

**EFISIENSI TERMAL DAN EFEKTIVITAS PRODUKSI
KONDENSOR PADA *SOLAR STILL* TIPE TERPADU**

SKRIPSI



Oleh:

Adittia Fajar Pratama

1703035028

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

EFISIENSI TERMAL DAN EFEKTIVITAS PRODUKSI KONDENSOR PADA *SOLAR STILL* TIPE TERPADU

SKRIPSI

Oleh:

Adittia Fajar Pratama
1703035028

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 22 Juli 2021

Pembimbing-1



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Pembimbing-2



Rifky, S.T., M.M., M.T.
NIDN. 0305046501

Penguji-1



Drs. M. Yusuf Djelly M.M., M.T.
NIDN. 0330016001

Penguji-2


Juli 2021

Pancatatva Hesti Gunawan, S.T., M.T.
NIDN. 0315046802

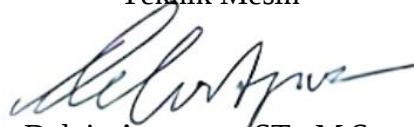
Mengesahkan,
Dekan

Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Delvis Agusman, ST., M.Sc.
NIDN. 0311087002

ABSTRAK

EFISIENSI TERMAL DAN EFEKTIVITAS PRODUKSI KONDENSOR PADA SOLAR STILL TIPE TERPADU

Adittia Fajar Pratama

Air merupakan kebutuhan pokok manusia yang ketersediaannya harus tercukupi. Seiring dengan kebutuhan manusia akan air yang meningkat membuat ketersediaan air bersih menjadi berkurang. Air laut menjadi sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan menjadi air bersih. Akan tetapi, air laut masih mengandung garam, maka perlu dilakukan pemisahan antara air laut dengan kandungan garamnya sehingga bisa menghasilkan air bersih atau dikenal desalinasi. Salah satu alat yang digunakan dalam proses desalinasi adalah *solar still*, tetapi *solar still* memiliki produktivitas yang rendah, maka itu berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan hasil desalinasi salah satunya dengan penambahan kondensor. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efisiensi termal dan efektivitas produksi kondensor pada *solar still*. Penelitian dilakukan di Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA periode Maret - Mei 2021. Material yang digunakan yaitu aluminium dengan panjang 300 mm, lebar 300 mm dan tebal 1,6 mm untuk pelat *basin*, kaca ganda dengan tebal 3 mm untuk penutup atas dan samping *solar still*. Penelitian dilakukan dalam ruangan dengan intensitas radiasi menggunakan lampu halogen. Variabel yang diukur berupa temperatur air, evaporasi, permukaan kaca dalam, kondensor, saluran masuk dan keluar pendingin kondensor dengan menggunakan *fluke meter*, intensitas radiasi menggunakan *solar power meter* dan air hasil desalinasi dengan neraca digital. Dari hasil penelitian menunjukkan rata-rata efisiensi termal kondensor pada *solar still* tipe terpadu mencapai 83,94% dan massa desalinasi air laut mencapai 451,32 gram dengan efektivitas produksi kondensor sebesar 96,4% serta nilai korelasi 0,99.

Kata kunci: *solar, still, kondensor, efisiensi, efektivitas*

THERMAL EFFICIENCY AND PRODUCTION EFFECTIVENESS CONDENSER IN INTEGRATED SOLAR STILL

Adittia Fajar Pratama

Water is a basic human need whose availability must be fulfilled. Along with the increasing human need for water, the availability of clean water decreases. Sea water is a natural resource that can be used as clean water. However, sea water still contains salt, so it is necessary to separate sea water and its salt content so that it can produce clean water or known as desalination. One of the tools used in the desalination process is *solar still*, but *solar still* has low productivity, so various studies have been carried out to increase desalination results, one of which is the addition of a condenser. The purpose of this study is to determine the thermal efficiency and production effectiveness of the condenser on solar stills. The research was conducted at the Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA period March - May 2021. The materials used are aluminum with a length of 300 mm, a width of 300 mm and a thickness of 1.6 mm for the basin plate, double glass with a thickness of 3 mm for the top and side covers of the solar still. The study was conducted in a room with radiation intensity using halogen lamps. The variables measured were water temperature, evaporation, inner glass surface, condenser, condenser inlet and outlet using a *fluke meter* and radiation intensity using a *solar power meter*. From the results of the study, the average thermal efficiency of the condenser in the integrated type of solar still reached 83.94% and the desalination mass of seawater reached 451.32 grams with production effectiveness a condenser of 96.4% and a correlation value of 0.99.

Keywords: *solar, still, condenser, efficiency, effectiveness*

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan komoditas penting bagi makhluk hidup karena banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Manusia mengandalkan air bersih tidak hanya untuk minum, tetapi juga untuk pertanian, transportasi, produksi energi, proses industri, pembuangan limbah, ekstraksi ikan dan produk lainnya (Combes, 2005). Meskipun berbagai teknologi telah dibuat untuk memasok air bersih ke lebih banyak orang dari tahun ke tahun, kenyataannya 663 juta orang masih kekurangan sumber air bersih pada tahun 2013 (Guha-Sapir et al., 2013). Ketersediaan sumber air bersih yang terbatas tentu harus mencukupi kebutuhan manusia sekitar 9.7 miliar pada tahun 2050 (Lisa Guppy et al., 2017). Akan tetapi, karena ketersediaan air bersih hanya 2.5% dari 71% wilayah perairan bumi, maka diperlukan pemanfaatan sumber daya lain untuk menghasilkan air bersih (Youssef et al., 2014).

Salah satu sumber daya lain untuk menghasilkan air bersih adalah air laut. Namun pemanfaatan air laut menjadi air bersih untuk memenuhi kebutuhan manusia memerlukan penanganan khusus dikarenakan air laut mengandung 3,5% garam (Rarindi et al., 2018). Oleh karena itu diperlukan proses pemisahan antara air dan kandungan garam yang dikenal dengan proses desalinasi (Lasinta, 2019). Metode desalinasi diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Pertama adalah metode distilasi, dimana air laut dipanaskan sampai titik penguapan supaya kandungan air tawar menguap kemudian dikondensasikan sehingga menghasilkan air tawar (Qiblawey & Banat, 2008). Kedua metode humidifikasi-dehumidifikasi dimana air laut melalui pemanasan awal dialirkan ke dalam evaporator sehingga mempercepat proses penguapan kemudian dialirkan keruang kondensasi (Parekh et al., 2004). Ketiga dengan metode *freeze* yaitu air laut dibiarkan untuk didinginkan dibawah titik beku, sehingga kristal es dari air bersih akan terbentuk dipermukaan, kemudian akan dipisahkan dan dimurnikan untuk mendapatkan air bersih dalam bentuk kristal es (Rane & Padiya, 2011). Dari ketiga metode tersebut, metode distilasi memiliki

kelembaban relatif, kecepatan angin dan cuaca yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia (Abujazar et al., 2016).

2. Intensitas radiasi menggunakan media lampu halogen dengan nilai intensitas radiasi dari penelitian terdahulu (Dan Mugisidi et al., 2020).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui efisiensi termal dan efektivitas produksi kondensor pada *solar still* tipe terpadu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi ilmu dan teknologi
Manfaat dari penulisan ini adalah memberikan referensi bagi pihak lain yang ingin melakukan penelitian mengenai efisiensi termal dan efektivitas produksi kondensor pada *solar still* tipe terpadu.
2. Manfaat bagi institusi
Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian sejenis.
3. Manfaat bagi penulis
Menambah wawasan pengetahuan tentang penelitian terkait efisiensi termal dan efektivitas produksi kondensor pada *solar still* tipe terpadu.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika ini berisi mengenai urutan pada penulisan skripsi dengan setiap bab dijabarkan secara umum hingga dapat mengetahui bentuk gambaran dari masing-masing bab dengan urutan yang sesuai. Penulisan sistematika ini dimaksudkan agar dapat mempermudah dalam pembahasan, yang dijabarkan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan menjelaskan terkait latar belakang dari penelitian yang dilakukan. Latar belakang menjadi landasan dalam menemukan suatu permasalahan

$$\eta = \frac{C_c (T_{c,o} - T_{c,i})}{C_{min}(T_{h,i} - T_{c,i})} \quad (34)$$

Daya guna dari kondensor dapat diketahui dengan menghitung efektivitas produksi kondensor dengan membandingkan massa air aktual dan massa air teoritis. Massa aktual merupakan massa air hasil desalinasi selama proses pengambilan data, sedangkan massa teoritis berupa massa air secara matematis sebagai nilai tujuan (Purwadianto & Sambada, 2015). Efektivitas produksi kondensor dituliskan dengan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\sum m_w \text{ aktual}}{\sum m_w \text{ teori}} \quad (35)$$

2.2 Penelitian yang Relevan

Pengaruh pasir besi pada *single solar still* menunjukkan peningkatan efisiensi sebesar 1,5% (D. Mugisidi et al., 2019). Penelitian *solar still* menggunakan *preheater* menunjukkan bahwa produktivitas air tawar yang dihasilkan meningkat dibandingkan tanpa *preheater* sebesar 42% (Shmroukh et al., 2019). Penggunaan kondensor eksternal pada *solar still* tipe konvensional dapat meningkatkan produksi air suling sebesar 15,2% (Husham, 2012). Penambahan kondensor pasif pada *solar still* dengan kemiringan kaca sebesar 4° menghasilkan efisiensi sebesar 75% sedangkan jika tidak menggunakan kondensor turun menjadi 70% (El-Bahi & Inan, 1999). Pengintegrasian *solar still* dengan kondensor selain untuk mengurangi kehilangan panas akibat konveksi dapat meningkatkan air destilat sebesar 53,2% (Kabeel et al., 2014). Penelitian *solar still* dengan kondensor *built-in* memberikan tingkat produksi sekitar 16,7% lebih tinggi dibandingkan dengan *solar still* konvensional (Ahmed et al., 2017). Pada studi eksperimental *solar still* dengan *built-in condenser* menunjukkan tingkat produksi *solar still* dengan pendingin air lebih tinggi 9,3% dibandingkan dengan yang diproduksi dengan kondensor pendingin kering (Ibrahim & Ahmed, 2018). Penggunaan kondensor tipe *still* memberikan peningkatan pada *output* total 15-25 % lebih tinggi dari pada tipe non

Keterangan gambar:

- 1 Bak penampungan : Menampung air laut untuk disirkulasikan.
- 2 Pompa : Mensirkulasikan air laut ke dalam sistem *solar still* tipe terpadu.
- 3 Selang input : Saluran masuk air laut ke sistem *solar still* tipe terpadu.
- 4 Kondensor : Mengubah uap menjadi cairan melalui kondensasi.
- 5 *Reservoir* : Menjaga ketinggian air di *solar still* agar konstan.
- 6 *Preheater* : Meningkatkan temperatur air laut yang masuk ke *solar still*.
- 7 *Solar still* : Alat desalinasi air laut menjadi air bersih.
- 8 Selang *output* : Saluran keluar air laut ke bak penampungan.
- 9 Gelas ukur : Menampung air hasil desalinasi.

Jenis *solar still* yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe terpadu. Dasar basin menggunakan material aluminium dengan panjang 300 mm, lebar 300 mm dan tebal 1.6 mm. Pada bagian kondensor juga menggunakan material aluminium, penggunaan aluminium dipilih karena memiliki konduktivitas termal yang tinggi dibandingkan menggunakan kaca dan plastik (Malaiyappan & Elumalai, 2015). Pada bagian penutup menggunakan kaca dengan tebal 3 mm karena nilai transmisivitas tinggi dan absortivitas yang rendah dibanding kaca dengan ketebalan 5 mm dan 8 mm (Bara et al., 2016). Di dasar basin terdapat pasir besi dengan ketinggian 15 mm dan terisi air laut 20 mm, penambahan pasir besi pada *solar still* mampu meningkatkan efisiensi *solar still* sebesar 1,5% (D. Mugisidi et al., 2019). Pelat aluminium dilapisi *styrofoam* sebagai isolator untuk meminimalkan kehilangan panas (Zeroual et al., 2011). Pada beberapa titik di *solar still* tipe terpadu diberikan sensor *thermocouple* untuk mengukur temperatur.

DAFTAR REFERENSI

- Abdi Pranata, I. G., Dantes, K. R., & Pasek Nugraha, I. N. (2019). Studi Komparasi Perbandingan Air dan Udara sebagai Media Pendingin Kondensor terhadap Pencapaian Suhu Optimal Siklus Primer pada Prototipe Water Chiller. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v7i1.18754>
- Abdulrahman. (2019). *Menentukan Konstanta Perpindahan Panas Konveksi (C dan n) pada Solar still*. 1–38.
- Abujazar, M. S. S., Fatihah, S., Rakmi, A. R., & Shahrom, M. Z. (2016). The Effects of Design Parameters on Productivity Performance of A Solar Still for Seawater Desalination: A Review. *Desalination*, 385, 178–193. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.02.025>
- Adams, W. (1954). *Heat Transmission*. McGraw-Hill.
- Ahmed. (1988). *Study of Single Effect Solar Still With an Internal Condenser*. 5(6), 637–643.
- Ahmed, H. M., & Ibrahim, G. (2017). Thermal Performance of a Conventional Solar Still with a Built-in Passive Condenser : Experimental studies. *Journal of Advanced Science and Engineering Research*, 7(3), 1–12.
- Ahmed, H. M., Ibrahim, G., Chow, T. T., & Ji, J. (2017). Thermal Performance of a Conventional Solar Still with a Built-in Passive Condenser : Experimental studies. *Journal of Advanced Science and Engineering Research*, 7(3), 1–12.
- Alaudeen, A., Johnson, K., Ganasundar, P., Syed Abuthahir, A., & Srithar, K. (2014). Study on Stepped Type Basin in a Solar Still. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 26(2), 176–183. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2013.05.002>

- Bara, D. A., Gusnawati, & Nurhayati. (2016). Pengaruh Sudut Kaca Penutup dan Jenis Kaca terhadap Efisiensi Kolektor Surya pada Proses Destilasi Air Laut. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, 03(02), 01–10.
- Boutriaa, A., & Rahmani, A. (2017). Thermal Modeling of a Basin Type Solar Still Enhanced by a Natural Circulation Loop. *Computers and Chemical Engineering*, 101, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2017.02.033>
- Çengel, Y. A., Boles, M. A., & Kanoğlu, M. (2019). *Thermodynamics: An Engineering Approach, Ninth Edition*.
- Combes, S. (2005). *Protecting Freshwater Ecosystems in the Face of Global Climate Change. Climate*, 117–216.
- Deceased, J. A. D., & Beckman, W. A. (1982). Solar Engineering of Thermal Processes. In *Design Studies* (Vol. 3, Issue 3). [https://doi.org/10.1016/0142-694x\(82\)90016-3](https://doi.org/10.1016/0142-694x(82)90016-3)
- El-Bahi, A., & Inan, D. (1999a). A Solar Still With Minimum Inclination, Coupled to an Outside Condenser. *Desalination*, 123(1), 79–83. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(99\)00061-2](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(99)00061-2)
- El-Bahi, A., & Inan, D. (1999b). Analysis of a Parallel Double Glass Solar Still with Separate Condenser. *Renewable Energy*, 17(4), 509–521. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00768-X](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00768-X)
- Elango, C., Gunasekaran, N., & Sampathkumar, K. (2015). Thermal Models of Solar Still - A Comprehensive Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 856–911. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.054>
- Fath, H. E. S., & Elsherbiny, S. M. (1993). Effect of adding a passive condenser on solar still performance. *Energy Conversion and Management*, 34(1), 63–72. [https://doi.org/10.1016/0196-8904\(93\)90008-X](https://doi.org/10.1016/0196-8904(93)90008-X)
- Gnanadason, M. K., Kumar, P. S., Sivaraman, G., & Daniel, J. E. S. (2011). Design

- and Performance Analysis of a Modified Vacuum Single Basin Solar Still. *Smart Grid and Renewable Energy*, 02(04), 388–395. <https://doi.org/10.4236/sgre.2011.24044>
- Guha-Sapir, D., Hoyois, P., & Below, R. (2013). Annual Disaster Statistical Review 2013. *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*, 1–50. cred.be/sites/default/files/ADSR_2013.pdf
- Holman, J. P. (2010). Heat Transfer. In *McGraw-Hill* (Ten, Vol. 15, Issue 3). <https://doi.org/10.1080/01973762.1999.9658510>
- Husham, M. A. (2012). Experimental Investigations of Solar Stills Connected to External Passive Condensers. *Journal of Advanced Science and Engineering Research*, 2(2012), 1–11.
- Ibrahim, G., & Ahmed, H. M. (2018). Theoretical Modelling for Experimental Study of Solar Still with Integrated Built-in Condenser. *2018 IEEE International Conference on Innovative Research and Development, ICIRD 2018, June*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICIRD.2018.8376318>
- Ibrahim, G., & M. Ahmed, H. (2018). Theoretical and Experimental Analysis of Solar Still with Integrated Built-in Condenser. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.15), 327. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.15.23022>
- Incropera, F., & Dewitt, D. (2015). Fundamentals of Heat and Mass Transfer. In M. Morgan (Ed.), *John Wiley & Sons* (6th ed., Vol. 112). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15793-1_19
- Jesiani, E. M., Apriansyah, A., & Adriat, R. (2019). Model Pendugaan Evaporasi dari Suhu Udara dan Kelembaban Udara Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda di Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 7(1), 46. <https://doi.org/10.26418/pf.v7i1.32515>
- Kabeel, A. E., Omara, Z. M., & Essa, F. A. (2014). Enhancement of Modified Solar

- Still Integrated with External Condenser Using Nanofluids: An Experimental Approach. *Energy Conversion and Management*, 78, 493–498. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.11.013>
- Kabeel, A. E., Omara, Z. M., Essa, F. A., & Abdullah, A. S. (2016). Solar Still With Condenser - A Detailed Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 839–857. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.020>
- Khalifa, A. J. N., Al-Jubouri, A. S., & Abed, M. K. (1999). Experimental Study on Modified Simple Solar Stills. *Energy Conversion and Management*, 40(17), 1835–1847. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(99\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(99)00049-7)
- Lasinta, A. (2019). Distilasi Air Laut Tenaga Surya dengan Konsentrator Lensa Fresnel. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(2), 64–68.
- Lisa Guppy, kelsey Anderson, Mehta, P., Nagabhatla, N. and, Qadir, & M. (2017). *Global Water Crisis : the Facts*. 1–12. <http://inweh.unu.edu>
- Malaiyappan, P., & Elumalai, N. (2015). Single Basin and Single Slope Solar Still: Various Basin Material Thermal Research. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 7(7), 48–51.
- Mohamad, T. I., Moria, H., & Aldawi, F. (2016). *Radiation Distribution Uniformization by Optimized Halogen Lamps Arrangement for a Solar Simulator*. December.
- Mohan, I., Yadav, S., Panchal, H., & Brahmabhatt, S. (2019). A Review on Solar Still: A Simple Desalination Technology to Obtain Potable Water. *International Journal of Ambient Energy*, 40(3), 335–342. <https://doi.org/10.1080/01430750.2017.1393776>
- Mugisidi, D., Cahyani, R. S., Heriyani, O., Agusman, D., & Rifky. (2019). Effect of Iron Sand in Single Basin Solar Still: Experimental Study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 268(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012158>

- Mugisidi, Dan, Fajar, B., Syaiful, Utomo, T., Heriyani, O., Agusman, D., & Regita. (2020). Iron Sand as a Heat Absorber to Enhance Performance of a Single-Basin Solar Still. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 70(1), 125–135. <https://doi.org/10.37934/ARFMTS.70.1.125135>
- Nandiati, S., Kirom, M. R., & Ajiwiguna, T. A. (2019). *Evaluasi Kinerja pada Berbagai Variasi Susunan Heat Exchanger Menggunakan Metode LMTD dan NTU*. 6(2), 5058–5065.
- Navarro, H. A., & Cabezas-Gómez, L. C. (2007). Effectiveness-NTU Computation with A Mathematical Model for Cross-Flow Heat Exchangers. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 24(4), 509–521. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322007000400005>
- Nayar, K. G., Sharqawy, M. H., Banchik, L. D., & Lienhard, J. H. (2016). Thermophysical Properties of Seawater: A Review and New Correlations that Include Pressure Dependence. *Desalination*, 390, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.02.024>
- Parekh, S., Faridb, M. M., Selmana, J. R., & Al-hallaj, S. (2004). *Solar Desalination with a Humidification-Dehumidification Technique - A Comprehensive Technical Review*. 160, 167–186.
- Purwadianto, D., & Sambada, F. (2015). Efek Kapilaritas Absorber pada Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya Jenis Vertikal. *Ilmiah Widya Teknik*, 14(1), 54–57.
- Pushpa, B., Chendra, K. S., & Reddy, K. P. (2015). A Study on Solar Still with Separate Condenser. *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 4(6), 94–98. www.irjes.com
- Qiblawey, H. M., & Banat, F. (2008). Solar Thermal Dsalination Technologies. *Desalination*, 220(1–3), 633–644. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.059>

- Rane, M. V., & Padiya, Y. S. (2011). Heat Pump Operated Freeze Concentration System with Tubular Heat Exchanger for Seawater Desalination. *Energy for Sustainable Development*, 15(2), 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2011.03.001>
- Ranjan, K. R., Kaushik, S. C., & Panwar, N. L. (2016). Energy and Exergy Analysis of Passive Solar Distillation Systems. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 11(2), 211–221. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctt069>
- Rarindi, H., Priyono, & Bagya, I. N. (2018). *Merubah Air Laut Menjadi Air Tawar dengan Desalinasi Tenaga*. September 2017.
- Reddy, M. S., Chandra, D. J. N., Sehgal, H. K., Sabberwal, S. P., Bhargava, A. K., & Chandra, D. S. J. (1983). Performance of A Multiple-Wick Solar Still with Condenser. *Applied Energy*, 13(1), 15–21. [https://doi.org/10.1016/0306-2619\(83\)90031-4](https://doi.org/10.1016/0306-2619(83)90031-4)
- Rosyada, M., Prasetyo, Y., & Haniah, H. (2015). Analisis Korelasi Suhu Permukaan Laut terhadap Curah Hujan dengan Metode Penginderaan Jauh Tahun 2021-2013. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(1), 85–94.
- Safira, A., Lini, Z., & Rudyanto, D. B. (2016). Penentuan Nilai Efektivitas Condenser di PLTU Paiton Unit 5 Pt. Ytl Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Rotary ISSN*, 1(1), 2540–8704.
- Sharshir, S. W., Elsheikh, A. H., Peng, G., Yang, N., El-Samadony, M. O. A., & Kabeel, A. E. (2017). Thermal Performance and Exergy Analysis of Solar Stills – A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73(January), 521–544. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.156>
- Shmroukh, A. N., Abdel-jaber, G. T., & Aldughpassi, R. D. (2019). *Solar Seawater Desalination Still with Seawater Preheater Using Efficient Heat Transfer Oil : Numerical Investigation and Data Verification*. 13(3), 153–156.
- Siagian, S. (2015). *Analysis Of Condensor Performance Analysis Of A Cooling*

- System Using Freon R-134 A Based On A Cooling Fan Running Variation. II*(124–130), 126.
- Tiwari, A. K., & Tiwari, G. N. (2006). Effect of Water Depths on Heat and Mass Transfer in A Passive Solar Still: In Summer Climatic Condition. *Desalination*, 195(1–3), 78–94. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.11.014>
- Tiwari, G. N., Dimri, V., & Chel, A. (2009). Parametric Study of An Active and Passive Solar Distillation System: Energy and Exergy Analysis. *Desalination*, 242(1–3), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.027>
- Tiwari, G. N., Shukla, S. K., & Singh, I. P. (2003). Computer Modeling of Passive/Active Solar Stills by Using Inner Glass Temperature. *Desalination*, 154(2), 171–185. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(03\)80018-8](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(03)80018-8)
- Tyas, M. W., Sutan, A. T., & Ruslan, H. (2014). Analisis Nomografi Suhu , Laju Penguapan dan Tekanan Udara pada Alat Desalinasi Tenaga Surya Dengan Pengaturan Vakum. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 55–61.
- Widodo, B., Imron, C., Studi, P., & Matematika, P. (2014). *Pengaruh Panas terhadap Aliran Konveksi Bebas yang Melalui Sebuah Bola Berpori*. 1–8.
- Wijiati, L., & Widodo, B. U. K. (2019). Studi Eksperimen Perpindahan Panas Konveksi Paksa pada Berkas Pin Fin Berpenampang Circular dengan Susunan Aligned. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.42376>
- Yadav, Y. P., Tiwari, G. N., Eames, P. C., & Norton, B. (1994). Solar Distillation Systems: The State-of-The-Art in Design Development and Performance Analysis. *Renewable Energy*, 5(1–4), 509–516. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(94\)90425-1](https://doi.org/10.1016/0960-1481(94)90425-1)
- Youssef, P. G., Al-Dadah, R. K., & Mahmoud, S. M. (2014). Comparative Analysis of Desalination Technologies. *Energy Procedia*, 61, 2604–2607. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.258>

- Zeroual, M., Bouguettaia, H., Bechki, D., Boughali, S., Bouchekima, B., & Mahcene, H. (2011). Experimental Investigation on A Double-Slope Solar Still with Partially Cooled Condenser in The Region of Ouargla (Algeria). *Energy Procedia*, 6, 736–742. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.05.083>
- Zurigat, Y. H., & Abu-Arabi, M. K. (2004). Modelling and Performance Analysis of a Regenerative Solar Desalination Unit. *Applied Thermal Engineering*, 24(7), 1061–1072. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2003.11.010>

