

**Pengaruh Jarak Celah Antar Pipa *Condenser*, Diameter
Nosel dan Jumlah Nosel Terhadap Produksi Kondensat pada
Sistem Pemurnian Air Menggunakan Kolektor Uap**

*The Effect of Condenser Tube Gap, Nozzle Number and Diameter on
Condensate Production in Water Purification System Using Vapor
Collector*

SKRIPSI

Oleh:
Panji Nasrulloh
173030026



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
JULI 2024**

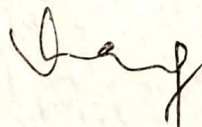
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Pengaruh Jarak Celah Antar Pipa *Condenser*, Diameter Nosel dan Jumlah Nosel Terhadap Produksi Kondensat Pada Sistem Pemurnian Air Menggunakan Kolektor Uap



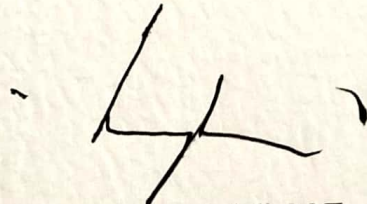
Nama: Panji Nasrulloh
NPM: 173030026

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Endang Achdi, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Pengaruh Jarak Celah Antar Pipa *Condenser*, Diameter Nosel dan Jumlah Nosel Terhadap Produksi Kondensat Pada Sistem Pemurnian Air Menggunakan Kolektor Uap



Nama: Panji Nasrulloh
NPM: 173030026

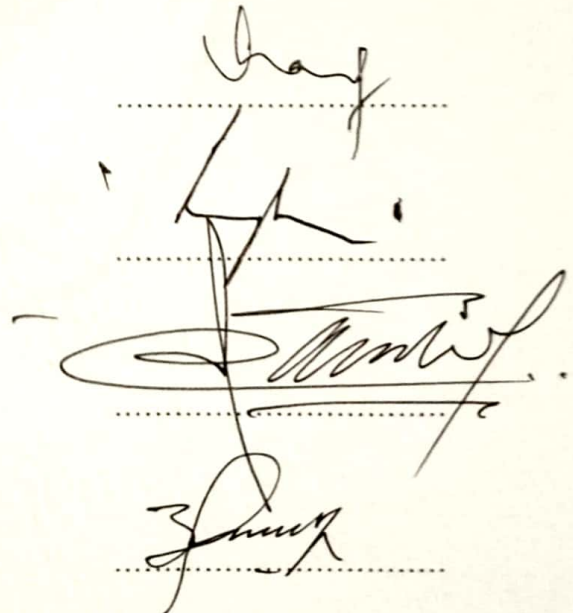
Tanggal sidang skripsi: Senin, 29 Juli 2024

Ketua : Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.

Sekretaris : Dr. Ir. Endang Achdi, M.T.

Anggota : Dr. Ir. Dedi Lazuardi, DEA.

Anggota : Ir. Bukti Tarigan, M.T.



DAFTAR ISI

Surat Pernyataan.....	i
Surat Pernyataan Persetujuan Publikasi.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel.....	viii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	1
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat.....	2
5. Batasan Masalah	2
6. Sistematika Penulisan	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
1. Destilasi	4
2. Penguapan.....	4
3. Pengembunan	4
4. <i>Condenser</i>	4
5. Nosel.....	5
6. Penelitian Terdahulu.....	6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
1. Diagram Alir.....	10
2. Tempat Penelitian	10
3. Rancangan Pengujian.....	11
4. <i>Set Up</i> Pengujian	12
5. Alat dan Bahan yang Digunakan	12
6. Prosedur Pengujian	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
1. Hasil Pengujian.....	15
2. Pengolahan Data.....	16
3. Pembahasan	26

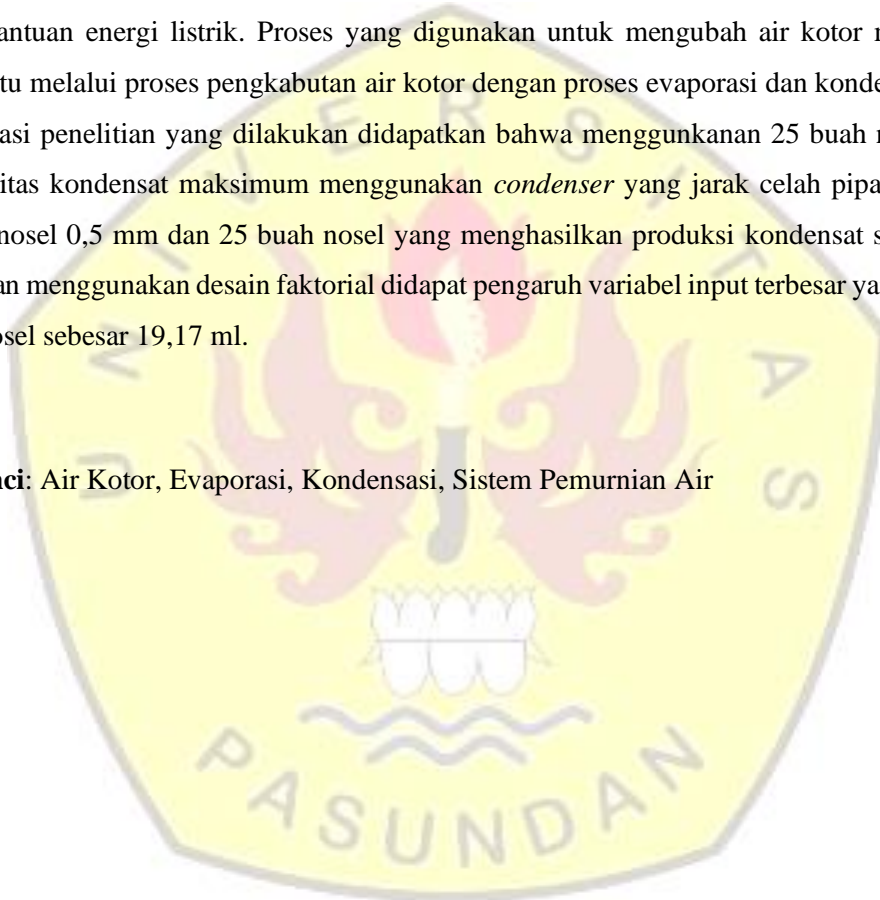
BAB V KESIMPULAN	28
1. Kesimpulan.....	28
2. Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	32



ABSTRAK

Kebutuhan dasar yang sangat penting bagi manusia salah satunya yaitu air, dikarenakan manusia tidak dapat melangsungkan hidup tanpa adanya air. Ketersediaan air di bumi ini sangatlah melimpah namun tidak semua air di bumi ini adalah air tawar yang bersih. Air tawar hanya 2,5% dan sebagian besar masih berupa es di kutub atau jauh di bawah tanah yang akan diperebutkan 7,85 miliar manusia di dunia. Seiring dengan berkembangnya ilmu teknologi dan pengetahuan, kini air bersih dapat di produksi dengan beragam metode, salah satunya adalah destilasi. Memproduksi air bersih dari air kotor melalui alat pemurnian air menggunakan kolektor uap dengan bantuan energi listrik. Proses yang digunakan untuk mengubah air kotor menjadi air bersih yaitu melalui proses pengkabutan air kotor dengan proses evaporasi dan kondensasi. Dari konfigurasi penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa menggunakan 25 buah nosel, hasil produktivitas kondensat maksimum menggunakan *condenser* yang jarak celah pipanya 5 mm, diameter nosel 0,5 mm dan 25 buah nosel yang menghasilkan produksi kondensat sebesar 125 ml. Dengan menggunakan desain faktorial didapat pengaruh variabel input terbesar yaitu variabel jumlah nosel sebesar 19,17 ml.

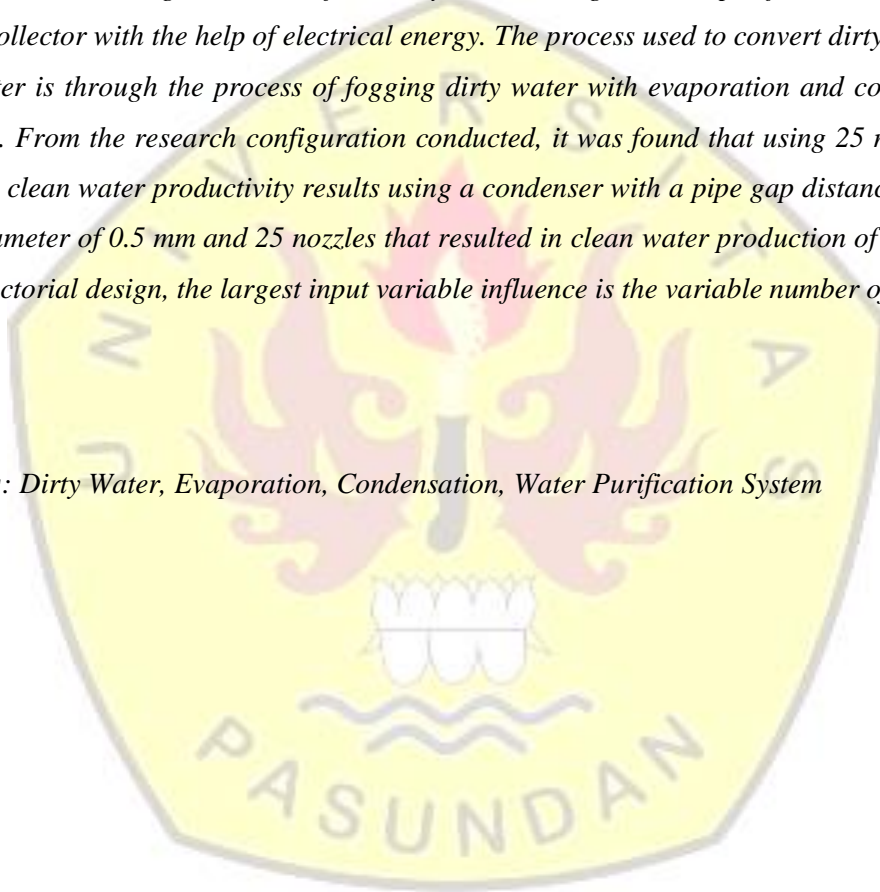
Kata kunci: Air Kotor, Evaporasi, Kondensasi, Sistem Pemurnian Air



ABSTRACT

One of the basic needs that is very important for humans is water, because humans cannot live without water. The availability of water on this earth is very abundant but not all water on this earth is clean water. Clean water is only 2,5% and most of it is still polar ice or deep underground that will be contested by 7,85 billion people in the world. Along with the development of technology and knowledge, clean water can now be produced by various methods, one of which is distillation. Producing clean water from dirty water through a water purification device using a steam collector with the help of electrical energy. The process used to convert dirty water into clean water is through the process of fogging dirty water with evaporation and condensation processes. From the research configuration conducted, it was found that using 25 nozzles, the maximum clean water productivity results using a condenser with a pipe gap distance of 5 mm, nozzle diameter of 0.5 mm and 25 nozzles that resulted in clean water production of 125 ml. By using a factorial design, the largest input variable influence is the variable number of nozzles of 19,17 ml.

Keywords: Dirty Water, Evaporation, Condensation, Water Purification System



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kebutuhan dasar yang sangat penting bagi manusia salah satunya yaitu air, dikarenakan manusia tidak dapat melangsungkan hidup tanpa adanya air. Ketersediaan air di bumi ini sangatlah melimpah namun tidak semua air di bumi ini adalah air tawar yang bersih. Air tawar hanya 2,5% dan sebagian besar masih berupa es di kutub atau jauh di bawah tanah yang akan diperebutkan 7,85 miliar manusia di dunia [1]. Sehingga untuk mendapatkan air bersih cukup sulit apalagi bagi daerah yang sedang dilanda kekeringan. Air bersih adalah air yang tidak mengandung kotoran, bakteri dan zat lain yang berbahaya bagi kesehatan.

Seiring dengan berkembangnya ilmu teknologi dan pengetahuan, kini air bersih dapat di produksi dengan beragam metode, salah satunya adalah destilasi atau desalinasi. Pada dasarnya destilasi adalah salah satu metode mendapatkan air bersih dari air kotor dengan melewati proses penyulingan. Di dalam proses penyulingan terdapat proses perpindahan kalor. Perpindahan kalor terjadi ketika sumber kalor memanasi air kotor. Ketika air dipanaskan maka proses penguapan akan terjadi. Ketika uap bersentuhan dengan permukaan bersuhu lebih rendah, proses kondensasi terjadi di permukaan tersebut. Hasil akhir dari proses destilasi ini adalah air kondensatnya. Pada saat proses pemanasan bakteri dan kuman akan mati, sedangkan kotoran akan mengendap di dasar basin [2].

Sebelumnya sudah ada penelitian tentang destilasi ini, salah satunya "*Water mist system application on solar collector system to increase clean water production*". Dalam beberapa variasi percobaannya dihasilkan laju produksi kondensat maksimum yaitu 5,78 ml/min [3]. Dapat diasumsikan bahwa laju produksi kondensat dipengaruhi oleh *condenser* dan nozel. *Condenser* adalah bagian pendingin yang mengubah fasa uap menjadi fasa cairan. Nozel adalah sebuah alat mekanis yang dirancang untuk mengontrol arah atau sifat cairan yang mengalir saat keluar (atau masuk) ruang tertutup atau pipa melalui lubang. Oleh karena itu, dalam penelitian kali ini akan membahas mengenai pengaruh jarak celah antar pipa kondesor, diameter nozel dan jumlah nozel terhadap produksi kondensat pada sistem pemurnian air menggunakan kolektor uap dari penelitian yang sudah ada sebelumnya yaitu "*Water mist system application on solar collector system to increase clean water production*".

2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang diuraikan di atas, maka ada masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh jarak celah antar pipa *condenser*, diameter nozel dan jumlah nozel terhadap produksi kondensat yang dihasilkan.

3. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jarak celah antar pipa *condenser*, diameter nosel dan jumlah nosel terhadap produksi kondensat yang dihasilkan dalam proses pemurnian air.

4. Manfaat

Destilasi merupakan salah satu metode produksi kondensat yang bisa menjadi alternatif untuk mendapatkan air bersih.

5. Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini, ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

- Jenis nosel yang digunakan adalah nosel kabut berdiameter 0,5 mm dan 0,8 mm;
- Nosel yang digunakan berjumlah 25 buah pada masing-masing ukuran diameter nosel;
- Ukuran kolektor uap $60 \times 60 \times 30$ cm;
- *Condenser* yang digunakan dibuat dari pipa tembaga berdiameter 0,5 in;
- Buka katup 100% (debit maksimum);
- Menggunakan pemanas listrik;
- Waktu pengujian 30 menit per batch;
- Variabel outputnya adalah volume kondensat yang dihasilkan.

6. Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan diuraikan melalui beberapa bab dan disajikan secara berurutan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: STUDI LITERATUR

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan sebagai landasan permasalahan dikaji menjadi referensi

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah-langkah yang akan dilakukan penulis untuk menyelesaikan penelitian.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang proses pengujian alat pemurnian air dan data hasil pengujian alat pemurnian air dengan variabel jarak celah antar pipa *condenser*, diameter nosel, jumlah nosel terhadap produksi kondensat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian alat pemurnian air dan saran yang bermanfaat untuk melanjutkan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan guna menunjang penelitian ini, khususnya mengenai pemurnian air.

LAMPIRAN



BAB V KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pemurnian air menggunakan kolektor uap dapat disimpulkan bahwa:

1. Jumlah produksi kondensat tertinggi yang dihasilkan dari alat produksi kondensat menggunakan kolektor uap ada pada variasi jarak celah antar pipa *condenser* 5 mm, 25 buah nosel dengan diameternya 0,5 mm yaitu sebesar 125 ml.
2. Dari ke-6 hasil interpretasi didapatkan jumlah produksi rata-rata sebesar 74,69 ml.
3. Pengaruh rata-rata variabel diameter nosel terhadap produksi kondensat sebesar 15,63 ml.
4. Pengaruh rata-rata variabel jarak celah antar pipa *condenser* terhadap produksi kondensat sebesar 15,00 ml.
5. Pengaruh rata-rata variabel jumlah nosel terhadap produksi kondensat sebesar 19,17 ml.
6. Variabel *input* yang paling berpengaruh terhadap variabel *output* adalah variabel "Jumlah Nosel" sebesar 19,17 ml.

2. Saran

1. Penggunaan *heater plate* untuk pemanasan yang merata.

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa pemanas yang digunakan untuk memanaskan pelat aluminium melalui kompor listrik menghasilkan pemanasan yang tidak merata. Ketidakteraturan pemanasan ini dapat memengaruhi efisiensi proses destilasi. Oleh karena itu, disarankan untuk mengganti kompor listrik dengan *heater plate* yang dirancang khusus untuk memberikan pemanasan yang lebih merata. *Heater plate* memiliki kemampuan untuk mendistribusikan panas secara lebih konsisten ke seluruh permukaan pelat, yang dapat meningkatkan efisiensi proses destilasi dan memastikan hasil yang lebih optimal.

2. Pengukuran kualitas kondensat.

Selama penelitian ini, fokus utama adalah pada proses destilasi, namun tidak dilakukan uji menyeluruh terhadap kualitas air kondensat yang dihasilkan. Untuk memastikan bahwa air kondensat memenuhi standar kualitas yang diinginkan dan bebas dari kontaminan, disarankan agar dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap beberapa parameter kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WWF, “Air Tawar,” *WWF*. [https://www.wwf.id/program/air-tawar#:~:text=Dari seluruh air yang ada,berada jauh di bawah tanah.](https://www.wwf.id/program/air-tawar#:~:text=Dari%20seluruh%20air%20yang%20ada,berada%20jauh%20di%20bawah%20tanah.) (accessed Dec. 23, 2021).
- [2] K. Astawa, M. Sucipta, I. P. Gede, and A. Negara, “Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 5, no. 1, pp. 7–13, 2012.
- [3] H. Sonawan, T. Supriyono, E. Sofia, and A. Gani, “Water Mist System Application in Solar Collector System to Increase Clean Water Production,” *Water Pract. Technol.*, vol. 17, no. 10, pp. 2048–2058, 2022, doi: 10.2166/wpt.2022.125.
- [4] I. G. Y. Dewantara, B. M. Suyitno, and I. G. E. Lesmana, “Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih,” *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.22441/jtm.v7i1.2124.
- [5] M. A. S. Soebyakto, “Analisis Destilasi Air Keruh Dengan Menggunakan Tenaga Surya Dan Tenaga Listrik,” *Engineering*, vol. 7, no. 2, p. 14, 2013, [Online]. Available: <http://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/eng/issue/view/88>
- [6] W. G. Dedert, “Evaporation,” *Ind. Eng. Chem.*, vol. 53, no. 8, pp. 669–673, 1961, doi: 10.1021/ie50620a035.
- [7] Y. E. K. Maturbongs, “Desalinasi Air Laut Memanfaatkan Panas Gas Buang Mesin Diesel,” *J. UMJ*, vol. 10, no. 11, pp. 1–10, 2018, [Online]. Available: jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- [8] Alistigna, “Pengertian dan Proses Kondensasi,” *budisma.net*, 2021. <https://budisma.net/geografi/pengertian-dan-proses-kondensasi-2.html> (accessed Dec. 27, 2021).
- [9] Proses Industri, “Kondensor dan Prinsip Kerjanya,” *prosesindustri.com*, 2015. <https://www.prosesindustri.com/2015/01/kondensor-dan-prinsip-kerjanya.html> (accessed Dec. 27, 2021).
- [10] PT Bina Indojoya, “Mengenal Kondensor AC dan Rekomendasi Distributor Terbaik,” 2022. <https://www.binaindojaya.com/mengenal-kondensor-ac-dan-rekomendasi-distributor-terbaik> (accessed Nov. 28, 2023).
- [11] M. Mustaqim, “Pengaruh Air Pendingin Kondensor Terhadap Proses Pengembunan Pada Alat Pirolysis,” 2019, [Online]. Available: <https://repository.uir.ac.id/8695/>

- [12] H. M. I. Mahmud, K. A. M. Moinuddin, and G. R. Thorpe, "Experimental and numerical study of high-pressure water-mist nozzle sprays," *Fire Saf. J.*, vol. 81, no. April, pp. 109–117, 2016, doi: 10.1016/j.firesaf.2016.01.015.
- [13] M. J. Moran and H. N. Shapiro, *Introduction to Thermal Systems Engineering Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer*. 2003.
- [14] H. Sonawan and Riki, "Pengoptimalan Kecepatan Putar Nosel pada Proses *Flashing Purification* yang Menggunakan Nosel Berputar," no. 2015, pp. 978–979, 2016.
- [15] S. Mungkasi, "Destilasi Air *Energy* Surya Dengan *Energy Recovery* Menggunakan Metode Kapilaritas," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 9, no. 2, pp. 186–192, 2016.
- [16] M. Khan and M. Mustafa, "Innovative Energy & Research Solar Still Distillate Productivity Enhancement by Using Reflector and Design," *Innov. Energy Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.4172/2576-1463.1000222.
- [17] A. Ahmad, L. L. Salomon, and J. Jessica, "Desain Eksperimen Untuk Meningkatkan Kualitas Kekuatan Produk Dengan Pendekatan Analisis Desain Faktorial," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 3, pp. 209–220, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i3.4247.
- [18] H. Sonawan, "Studi Aliran Fluida di Dalam Model Nosel Stasioner Dengan Menggunakan Simulasi CFD," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 73–80, 2013, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/download/8028/6056>
- [19] K. B. A. Walangare, A. S. M. Lumenta, J. O. Wuwung, and B. A. Sugiarto, "Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik," *e-Jurnal Tek. Elektro dan Komput.*, 2013.
- [20] A. T. S. Haji, R. Wirosodarmo, and M. W. Tyas, "Analisis Nomografi Suhu, Laju Penguapan dan Tekanan Udara untuk Perancangan Alat Desalinasi Tenaga Surya Dengan Pengaturan Vakum," *J. Sumberd. Alam dan Lingkungan.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2017, doi: 10.21776/ub.jsal.2017.004.02.1.
- [21] K. Ridhuan and I. G. A. Juniawan, "Pengaruh Media Pendingin Air Pada Kondensor Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 1–6, 2014, doi: 10.24127/trb.v3i2.11.
- [22] S. Koch, M. Rütten, and M. Rein, "Study of Total Pressure Losses at the Engine Face of a Submerged Inlet with an Ingested Vortex," *Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design*, vol. 136, pp. 361–371, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-64519-3_33.

- [23] I. W. S. Wibawa, I. G. B. W. Kusuma, and I Nyoman Budiarsa, "Uji Variasi Tekanan Nosel Terhadap Karakteristik Semprotan Bahan Bakar Biodiesel | Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin," *J. METTEK*, vol. 1, no. 2, pp. 35–44, 2015.
- [24] G. Rachmatullah, "Analisis Perpindahan Kalor Pada Panel Surya Kapasitas 100 WP," pp. 1–69, 2023.
- [25] A. Rosyada, A. R. Anhar, and I. Silanegara, "Analisis Kinerja Kondensor Unit Iv Sebelum Dan Sesudah Overhaul," *J. Poli-Teknologi*, vol. 16, no. 3, pp. 233–238, 2018, doi: 10.32722/pt.v16i3.977.
- [26] F. R. Sambada, "Pemanfaatan Energi Panas Pengembunan Pada Distilasi Air Energi Matahari Jenis Kain," *Pros. Semin. Nas. Multidisiplin Ilmu*, vol. 1, no. 2, pp. 130–138, 2019.
- [27] Ulvi Pri Astuti, "Atap Desalinasi Sebagai Solusi Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Daerah Pesisir," *J. Res. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 57–63, 2016, doi: 10.55732/jrt.v2i2.225.
- [28] G. K. D. Tantri, T. Widiharih, and T. Wuryandari, "Analisis Desain Faktorial Fraksional 2K dengan Metode Lenth," *J. Gaussian*, vol. 4, no. 3, pp. 497–505, 2015.
- [29] M. V. D. Cordelia, R. Andika, M. Asta, P. Nugraha, J. Hasnur, and R. Susanto, "Optimalisasi Kinerja Kondensor Sistem *Refrigerant Plant* di Kapal MV. Dian Cordelia," vol. 7, no. 1, pp. 25–37, 2024.
- [30] A. Bin Sapit *et al.*, "Study on Mist Nozzle Spray Characteristics for Cooling Applications," *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 299–303, 2019, doi: 10.30880/ijie.2019.11.03.033.
- [31] H. Dagdougui, A. Ouammi, M. Robba, and R. Sacile, "Thermal Analysis and Performance Optimization of a Solar Water Hater Flat Plate Collector: Application to Tétouan (Morocco)," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 1, pp. 630–638, 2011, doi: 10.1016/j.rser.2010.09.010.