

Deskripsi Artikel

- Judul Jurnal : R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal
- Volume Jurnal : Volume 8, Nomor 2, 2023
- Akreditasi : Peringkat 3
- Judul Artikel : Pengaruh Vakum Pada Penguapan Air Laut
- Penulis : Ahmad Maulana Yusuf, **Dan Mugisidi**, Ikbal Prasetyo Aji, Oktarina Heriyani
- Status Penulis : Kontributor

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia



Kutipan dari Keputusan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia

Nomor 230/E/KPT/2022

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah periode IV Tahun 2022

Nama Jurnal Ilmiah

R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal

E-ISSN: 25283723

Penerbit: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Ditetapkan Sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 3

Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu
Volume 7 Nomor 1 Tahun 2022 sampai Volume 11 Nomor 2 Tahun 2026

Jakarta, 30 December 2022

Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi,
Riset, dan Teknologi



Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC, Ph.D., IPU, ASEAN Eng
NIP. 196107061987101001



Balai
Sertifikasi
Elektronik

Catatan :

1. UU ITE No 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah"
2. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSR-E

Editorial Team

<https://rem.umsida.ac.id/index.php/rem/about/editorialTeam>

The screenshot shows the 'Editorial Team' page of the R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal website. The page features a navigation bar with 'HOME / EDITORIAL TEAM' and a search bar. The main content is organized into sections: 'Editor in Chief' (Dr Prantasi Harmi Tjahjanti), 'Associate Editors' (Prof. KIWATA Takahiro, Dr-Eng. Rahmad Firdaus, Rudi Nurdiansyah, Andita Nataria Ganda, Karyanik Karyanik, Ali Akbar), and 'Managing Editors' (Mulyadi Mulyadi, Arasy Fahrudin). A 'Support Center' sidebar on the right includes a WhatsApp icon and accreditation certificates from SINTA 3 and the Ministry of Education and Culture of Indonesia.

Daftar Isi

<https://rem.umsida.ac.id/index.php/rem/issue/view/149>

The screenshot shows the 'Daftar Isi' (Table of Contents) page for issue 149 of the R.E.M. journal. The page includes a navigation bar with 'HOME / ARCHIVES / VOL 8 NO 2 (2023): DECEMBER' and a search bar. The main content lists three articles with their titles, authors, and page numbers, each with a button to download the PDF, XML, or EPUB version. The 'Support Center' sidebar on the right is identical to the previous page, featuring a WhatsApp icon and accreditation certificates.

Pengaruh Vakum Pada Penguapan Air Laut

Ahmad Maulana Yusuf¹, Dan Mugisidi^{2*}, Ikbal Prasetyo Aji³, Oktarina Heriyani⁴

*Email corresponding author: dan.mugisidi@uhamka.ac.id

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Indonesia

Article history: Received: 26 Mei 2023 | Revised: 23 Juni 2023 | Accepted: 27 Juni 2023

Abstract. *Water has become a vital necessity for every living organism to survive, leading to a threefold increase in global freshwater usage over the past 50 years. However, only 2.8% of the Earth's surface water is freshwater, while the rest is seawater. Therefore, seawater is processed into clean freshwater through desalination methods to make it consumable for the public. The desalination process involves two stages: evaporation and condensation aided by heat energy from a heater plate and a vacuum system. The use of vacuum in the desalination device aims to accelerate evaporation. In this study, three vacuum pressure variables were tested, namely no vacuum, 1 inHg vacuum pressure, and 2 inHg vacuum pressure. Data will be collected every 5 minutes for a total duration of 30 minutes for each variable. The research findings indicate that desalination using a vacuum system significantly affects the evaporation rate and the amount of freshwater obtained from the condensation process.*

Keywords - *Seawater, Desalination, Heater plate, Vacuum*

Abstrak. *Air merupakan kebutuhan setiap makhluk hidup untuk tetap hidup, sehingga penggunaan air tawar secara global meningkat tiga kali lipat dalam 50 tahun terakhir. Akan tetapi hanya 2,8% air tawar yang ada di permukaan bumi dan sisanya adalah air laut, oleh karena itu air laut diolah menjadi air tawar yang bersih dengan cara desalinasi agar dapat dikonsumsi masyarakat. Proses desalinasi melalui dua tahap yaitu penguapan dan kondensasi dibantu dengan energi panas pada heater plate dan sistem vakum. Penggunaan vakum pada alat desalinasi bertujuan membantu mempercepat penguapan atau evaporasi. Pada penelitian ini di ujikan dengan tiga variabel tekanan pemvakuman yaitu tanpa vakum, tekanan vakum 1 inHg dan tekanan vakum 2 inHg. Data akan diambil setiap 5 menit sekali selama kurun waktu 30 menit pada tiap variabelnya. Dari data hasil pengujian di dapatkan desalinasi dengan menggunakan sistem pemvakuman sangat berpengaruh terhadap kecepatan penguapan dan air tawar yang diperoleh dari hasil kondensasi.*

Kata Kunci – *Air laut, Desalinasi, Heater plate, vakum*

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan setiap makhluk hidup untuk tetap hidup [1]–[3] sehingga penggunaan air tawar secara global meningkat tiga kali lipat dalam 50 tahun terakhir. Akan tetapi hanya 2,8% air tawar yang ada di permukaan bumi dan sisanya adalah air laut [4], [5]. Pengelolaan air bersih yang semakin memburuk dan tidak efisien akan membuat dunia mengalami krisis air bersih, oleh karena itu air laut diolah menjadi air tawar yang bersih dengan cara desalinasi agar dapat dikonsumsi masyarakat menjadi pilihan yang baik [6]–[13]. Desalinasi yaitu air laut yang telah dipanaskan sehingga terjadi pemisahan dari unsur-unsur yang terkandung didalamnya, seperti kotoran pada air laut menjadi terpisah lalu menjadi uap air, uap air akan di dinginkan sehingga menjadi tetesan air destilat (fresh water) [14]–[18]. Proses desalinasi melalui dua tahap yaitu penguapan dan kondensasi dibantu dengan energi panas pada heater plate dan sistem vakum. Penggunaan vakum pada alat desalinasi bertujuan membantu mempercepat penguapan atau evaporasi. Pada penelitian ini di ujikan dengan tiga variasi tekanan pemvakuman yaitu tanpa vakum, tekanan vakum 1 inHg dan tekanan vakum 2 inHg. Data akan diambil setiap 5 menit sekali selama kurun waktu 30 menit pada tiap variabelnya. Dari data hasil pengujian di dapatkan desalinasi dengan menggunakan sistem pemvakuman sangat berpengaruh terhadap kecepatan penguapan dan air tawar yang diperoleh dari hasil kondensasi [19], [20]. Pompa vakum berfungsi menjaga tekanan ruang pada tabung destilatator dengan tekanan gas yang lebih sedikit (rendah) dari tekanan atmosfer (± 72 mbar / 2,13 inHg) dengan tekanan yang rendah maka uap dapat bergerak menuju selang pendingin dan terkondensasi dengan mudah serta optimal menjadi air hasil kondensasi.

Beberapa peneliti membuat alat destilatator yang memanfaatkan energi panas matahari (*Solar Still*) [21]–[25] dan ada juga yang memanfaatkan pemanas elektrik (heater) [26]–[30] juga menggunakan heater plate (plat pemanas) [31], [32] sebagai pemanas untuk membantu proses penguapan air laut. Tak sedikit juga yang menggunakan pompa vakum dalam membantu proses penguapan dan memvariasikan tekanan pompa vakumnya di 35 cmHg, 50 cmHg dan 65 cmHg [33]–[37] tetapi penelitiannya sangat bergantung pada intensitas matahari, waktu dan cuaca. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh vakum untuk mempercepat proses penguapan dan efektivitasnya

dalam pengolahan air laut menjadi air tawar. Tentunya alat yang di buat ini tidak terpengaruh dengan intensitas matahari, waktu dan cuaca serta menggunakan variable pemvakuman yang berbeda dengan peneliti terdahulu.

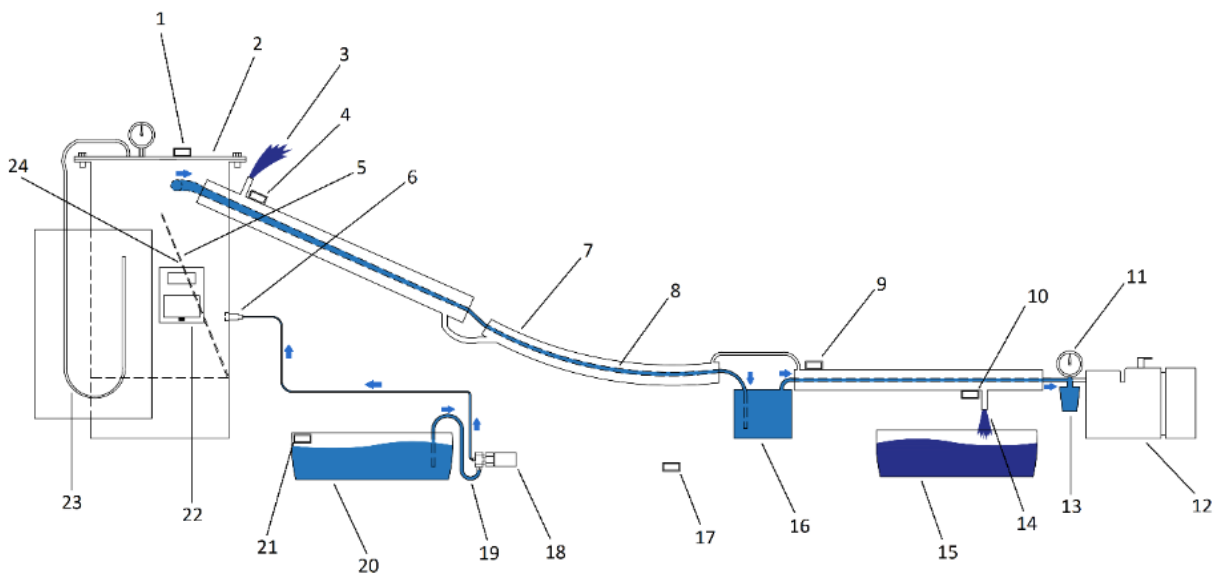
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan meniru siklus hidrologi yang dimana air asin menguap akibat energi panas, uap air yang mengembun kemudian melewati proses kondensasi sehingga menjadi air tawar yang bebas dari garam yang cocok dikonsumsi manusia karna sudah termineralisasikan [38]. Pada penelitian desalinasi ini menggunakan tabung bertekanan dengan diameter 300 mm dengan tinggi 650 mm sebagai wadah utama proses evaporasi dan variabel tekanan vakum yang digunakan yaitu tanpa vakum, tekanan vakum 1 (satu) inHg dan tekanan vakum 2 (dua) inHg, hal ini mengadopsi jurnal [39]–[41] yang menyatakan tekanan yang lebih rendah dari tekanan atmosfer (2,13 inHg) dapat mengoptimalkan kondensasi uap air sehingga uap lebih mudah keluar dari tabung dan mengalir ke dalam selang pendingin. Data akan diambil setiap 5 menit sekali selama kurun waktu 30 menit pada tiap variabelnya, waktu yang digunakan dirasa sudah cukup untuk mendapatkan data yang relevan. Tekanan menjadi salah satu faktor utama yang dapat berpengaruh pada proses penguapan [42], [43]. Untuk melakukan pengukuran dan pengambilan data pada penelitian ini menggunakan alat dengan spesifikasi yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat Penelitian

No.	Alat	Spesifikasi
1	Heater Plate	Rentang 10°C – 100°C,
2	Termostat digital XH-W3001	Rentang -50°C – 110°C, ±0.1°C
3	Thermometer digital (SH)	Rentang -50°C – 110°C, ±0.1°C
4	Hygrometer digital (RH)	Rentang 10% – 100%, ±1%
5	Pompa dinamo	12v 80 psi, ±3.5 Liter per menit
6	Pompa vakum	Rentang 0 inHg – 30 inHg
7	Selang ukur 5/16 inch	1 meter
8	Timbangan 10 kg	Beban maksimum 10 kg, resolusi 1 gr
9	Timbangan 40 kg	Beban maksimum 40 kg, resolusi 0.001 gr

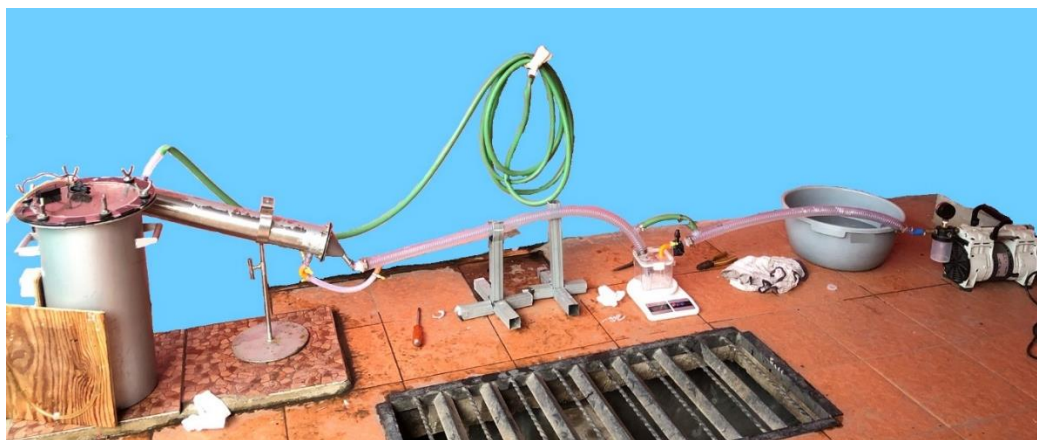
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA. Alat yang digunakan pada penelitian ini digambarkan dalam skema alat destiasi seperti Gambar 1.



Gambar 1. Skema Alat Destilasi.

Keterangan gambar:

No.	Nama	Penyebutan
1.	Hygrometer kelembapan tabung	RH1
2.	Tabung destilator	-
3.	Saluran air pendingin masuk	-
4.	Thermometer temperatur masuk air pendingin	SH3
5.	Heater Plate	-
6.	Nosel	-
7.	Selang aliran air pendingin	-
8.	Selang aliran uap air kondensasi	-
9.	Hygrometer kelembapan selang	RH2
10.	Thermometer temperatur keluar air pendingin	SH4
11.	Vaccum Gauge	-
12.	Pompa Vakum	-
13.	Water trap vaccum	AT2
14.	Saluran air pendingin keluar	-
15.	Wadah tampung air pendingin	-
16.	Wadah tampung air tawar	AT1
17.	Thermometer temperatur suhu ruang	SH5
18.	Pompa	-
19.	Selang	-
20.	Wadah tampung awal air laut	SAL1
21.	Temperatur awal air laut	SH1
22.	Termostat digital temperatur plat heater digital	SH2
23.	Selang ukur tekanan	-
24.	Heater	-



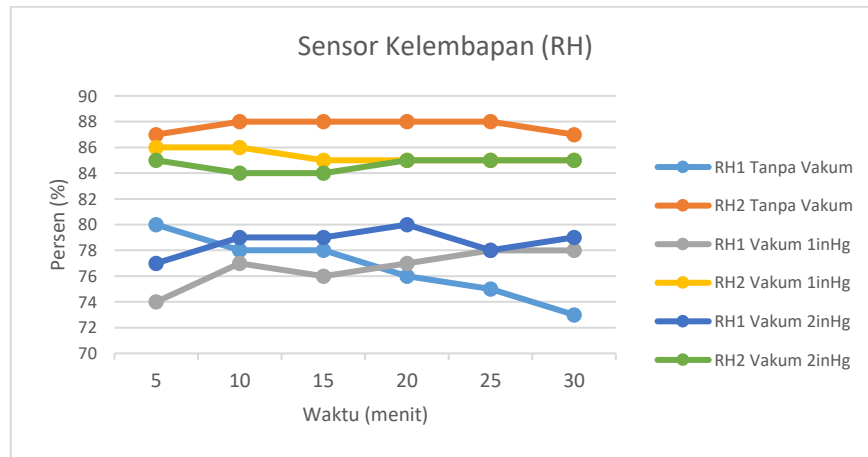
Gambar 2. Alat Pengujian

Pada Gambar 2 merupakan alat destilasi tempat terjadinya proses pengambilan data untuk penguapan dan hasil kondensasinya. Air laut di uapkan oleh energi panas dari heater plate, lalu digunakan variabel tekanan pemvakumannya dengan 3 variasi tekanan yaitu, tanpa vakum, vakum 1 (satu) inHg dan 2 (dua) inHg (variable diubah setiap 30 menit sekali dan diambil data nya setiap 5 menit sekali pada tiap variabelnya). Proses ini dimulai saat air laut dari wadah tampung air laut awal (SAL1) dialirkan kedalam tanki bertekanan (vakum) melalui bantuan pompa 12 volt dengan tekanan 40 psi, air mengalir melalui selang berukuran 3/8, kemudian air laut akan dikabutkan menjadi butiran kecil-kecil oleh nosel berukuran 0.3mm sebelum air laut mengenai plat pemanas, dengan begitu proses penguapan akan terjadi sekaligus menyebabkan tekanan pada tabung. Pompa vakum akan menarik uap hasil evaporasi dari tanki kedalam selang uap air berukuran 5/8 inch, uap tersebut akan mengalami proses kondensasi, kondensasi berperan untuk mengubah fasa uap menjadi cair dengan metode dengan air pendingin, khususnya pada penelitian ini menggunakan jaket selang pendingin berukuran 1 inch yang menyelimuti selang aliran uap air hasil evaporasi [44], air tawar tersebut ditampung dalam wadah tampung air tawar (AT1) dan masuk ke water trap vaccum (AT2) jika aliran uap tidak melalui proses kondensasi sepenuhnya pada AT1. Pada setiap 5 menit penguapan dan hasil air tawar

yang berada pada AT1 dan AT2 akan dicatat massanya untuk mengetahui seberapa banyak air yang terkondensasi tiap variabel nya. Aliran uap ditandai dengan warna biru muda dan selimut air pendingin yang masuk dan keluar ditandai dengan warna biru tua. Penelitian ini dilaksanakan dengan temperatur ruang untuk mengurangi variabel yang tidak bisa dikendalikan seperti temperatur.

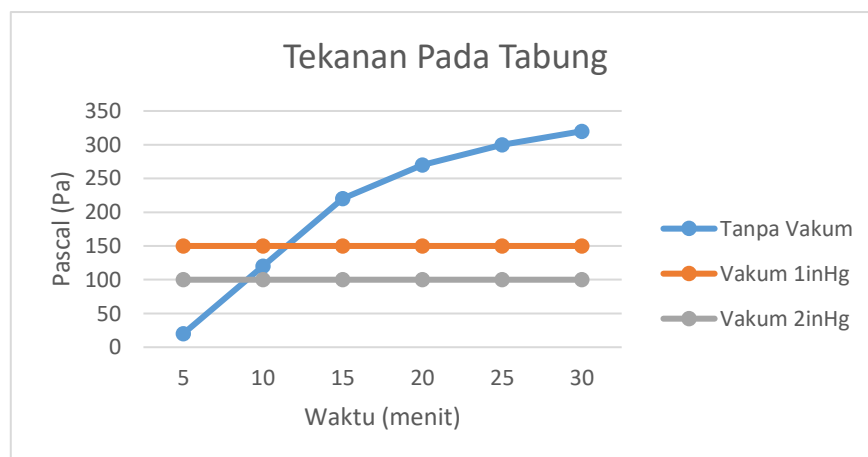
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengambilan data, untuk mempermudah melakukan Analisa dan pengolahan data maka data hasil pengujian dan perhitungan digambarkan dalam bentuk grafik [45], [46]. Pengumpulan data dilakukan dengan 3 variabel tekanan yaitu, tanpa vakum, vakum 1 (satu) inHg dan 2 (dua) inHg selama kurun waktu 30 menit setiap variabelnya dan data diambil diambil setiap 5 menit sekali.



Gambar 3. Grafik kelembapan udara pada tabung dan selang kondensasi

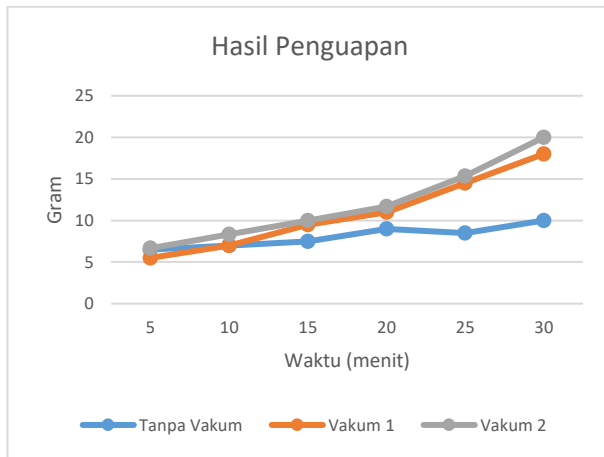
Diketahui pada Gambar 3 diatas, RH1 dan RH2 yang terjadi di tiap suhu varian yang di ujikan mengalami perbedaan kelembapan dari awal waktu hingga 30 menit pengujian. Kelembapan yang terjadi pada tabung (RH1) mengalami kelembapan yang cukup rendah dan cenderung tidak stabil, dapat dilihat menurunnya kelembapan pada RH1 tanpa vakum, sedangkan saat RH1 vakum dihidupkan kelembapan nya meningkat, hal ini dikarenakan pada tekanan dari vakum menarik uap air yang terkandung dalam tabung, hal ini berpengaruh pada peningkatan laju evaporasi. Sedangkan kelembapan pada selang uap air (RH2) menunjukkan grafik yang cukup stabil karena laju percepatan tekanan vakum yang tetap yaitu 1 inHg dan 2 inHg, hal ini berpengaruh pada laju kondensasi yang stabil. Sensor kelembapan inilah yang akan mengetahui nilai kelembapan dari jumlah kandungan aliran uap air yang melalui proses kondensasi.



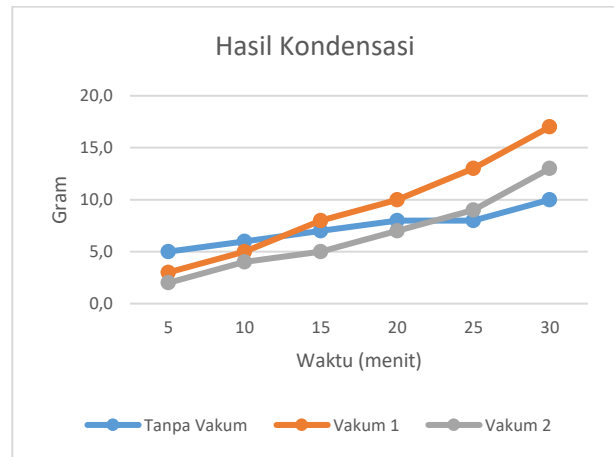
Gambar 4. Grafik tekanan pada tabung

Diketahui pada Gambar 4 diatas, pengujian yang dilakukan selama 30 menit didapati hasil tekanan pada tabung mengalami kenaikan tekanan jika tanpa menggunakan vakum, hal ini terjadi karena penumpukan tekanan pada tangki

pada saat evaporasi berlangsung. Sedangkan pada kondisi pemvakuman 1 inHg dan vakum 2 inHg mengalami penurunan tekanan yang cukup stabil, hal ini dikarenakan dengan divariasikannya tekanan vakum dapat menarik uap-uap hasil penguapan ke selang kondensasi, hal ini juga mempengaruhi tekanan pada tanki serta dapat membantu mempercepat proses penguapan. Semakin tinggi tekanan pemvakuman maka energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu dan energi untuk penguapan air laut (*temperature evaporasi*) pada tanki menjadi lebih rendah dan laju kondensasi semakin tinggi sehingga dapat meningkatkan efektivitas produksi air tawar.



Gambar 5. Grafik hasil penguapan



Gambar 6. Grafik air tawar hasil kondensasi

Dari Gambar 5 diatas dapat dilihat hasil dari proses penguapan air laut dengan variabel tekanan tanpa vakum, tekanan vakum 1 inHg dan tekanan vakum 2 inHg pada tabung destilator. Penguapan terjadi karena energi panas yang dihasilkan oleh heater plate yang diletakan didalam tabung [47], tetapi laju penguapannya dipengaruhi oleh vakum yang divariasikan yang mengakibatkan terjadinya perbedaan tekanan, dengan menggunakan vakum dapat membantu mempercepat penguapan. Terlihat dalam grafik tersebut bahwa variabel tanpa menggunakan tekanan vakum berhasil menguapkan air laut sebanyak 10 gram setelah 30 menit pengujian, kemudian pada tekanan vakum 1 inHg berhasil menguapkan air laut sebanyak 18 gram yang artinya 1,8x lebih banyak dari pengujian yang tanpa menggunakan vakum, sedangkan pada tekanan vakum 2 inHg berhasil menguapkan air laut sebanyak 20 gram yang artinya dua kali lebih banyak dari pengujian yang tanpa menggunakan vakum, hasil ini sangat jauh dari pada penguapan yang tanpa menggunakan sistem pemvakuman. Pada proses selanjutnya air laut yang berhasil diuapkan akan melepaskan panasnya dan berubah menjadi embun-embun atau uap air, lalu tersedot oleh vakum untuk didinginkan menjadi tetesan air tawar. Proses pendinginan ini dinamakan kondensasi, kondensasi terjadi apabila uap air melalui permukaan temperatur yang lebih rendah dari titik embun uap air. Hasil kondensasi pada Gambar 6 menunjukkan perbedaan banyaknya air yang telah termineralisasikan, seperti yang ditunjukkan dalam grafik variabel tanpa menggunakan tekanan vakum bahwa air hasil kondensasinya cukup baik yaitu dapat menghasilkan air kondensat sebanyak 10 gram setelah 30 menit pengujian, namun hasil tersebut masih bisa ditingkatkan dengan menambahkan sistem pemvakuman. Dapat dilihat efektifitas vakum pada air hasil kondensasi dari beberapa variasi yang di uji, pada tekanan vakum 1inHg menghasilkan air kondensat sebanyak 17 gram, dan pada tekanan vakum 2 inHg menghasilkan air kondensat sebanyak 13 gram. Bila dibandingkan dengan hasil evaporasi, hasil kondensasi dengan menggunakan tekanan vakum 2 inHg sebesar 65%, hasil perbandingan ini masih dibawah dengan hasil pengujian tanpa menggunakan tekanan vakum dan dengan hasil pengujian menggunakan tekanan vakum 1inHg. Hasil ini menunjukkan bahwa air kondensasi yang didapat lebih sedikit apabila dibandingkan dengan penguapannya dikarenakan titik embunnya mengecil akibat adanya perbedaan daya isap vakum, yang artinya semakin tinggi tekanan vakum akan menyebabkan laju kondensasi terlalu cepat. Secara teknis, nilai hasil penguapan dan kondensasi didapatkan dengan tekanan vakum yang stabil dengan menjaga agar tidak terjadi kebocoran.

KESIMPULAN

Hasil pada data eksperimen dapat disimpulkan bahwa menggunakan tekanan vakum efektif dalam mempercepat proses evaporasi (penguapan air laut) dan air tawar hasil kondensasi. Dari beberapa variabel dan variasi pengujian pada alat destilasi semuanya berhasil menguapkan air laut. Penguapan tertinggi yang didapatkan yaitu dari hasil pengujian vakum 2 inHg, hanya saja yang paling efektif dari tingkat penguapan dan hasil kondensasinya adalah pada vakum 1 inHg, yang membedakan adalah daya isap vakum nya, jika daya isap yang terlalu tinggi maka proses

kondensasi akan terjadi terlalu cepat. Semakin cepat aliran uap, maka uap akan melewati fase kondensasi atau pendinginan sehingga mengakibatkan uap langsung tertarik oleh vakum dan air tawar yang dihasilkan akan berkurang. Sedangkan hasil air tawar dengan pengujian tanpa vakum cenderung menghasilkan jumlah penguapan dan hasil kondensasi yang lebih sedikit diantara variabel yang lainnya, akan tetapi mempunyai persentase perbandingan hasil evaporasi dan kondensasi yg lebih baik karena uap air hasil evaporasi tidak langsung tertarik oleh vakum sehingga proses kondensasi dapat berjalan dengan baik. Tekanan evaporasi pada tabung akan semakin berkurang seiring meningkatnya daya isap oleh vakum sekaligus laju kondensasi akan semakin tinggi, hal itu juga yang dapat menentukan jumlah debit air bersih dan air tawar yang dihasilkan lebih banyak atau sedikit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lemlitbang UHAMKA yang telah berpartisipasi dalam mendanai penelitian ini dengan nomor kontrak 52 / F.03.07/2022.

REFERENSI

- [1] N. C. V Monintja, R. Lumintang, and J. Kokalinso, "Destilasi Air Bersih Untuk Masyarakat Pesisir Pantai Kelurahan Manembo-Nembo Kecamatan Matuari Bitung," 2018. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/article/view/33063>
- [2] V. K. Chauhan, S. K. Shukla, J. V. Tirkey, and P. K. Singh Rathore, *A Comprehensive Review Of Direct Solar Desalination Techniques And Its Advancements*, vol. 284. Elsevier Ltd, 2021. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124719.
- [3] B. Irada Amalia and D. Agung Sugiri, "Ketersediaan Air Bersih Dan Perubahan Iklim: Studi Krisis Air Di Kedungkarang Kabupaten Demak," 2014. [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/pwk>
- [4] M. A. Abedin, A. E. Collins, U. Habiba, and R. Shaw, "Climate Change, Water Scarcity, and Health Adaptation in Southwestern Coastal Bangladesh," *Int. J. Disaster Risk Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 28–42, 2019, doi: 10.1007/s13753-018-0211-8.
- [5] M. Shammi, M. M. Rahman, S. E. Bondad, and M. Bodrud-Doza, "Impacts of salinity intrusion in community health: A review of experiences on drinking water sodium from coastal areas of bangladesh," *Healthc.*, vol. 7, no. 1, 2019, doi: 10.3390/healthcare7010050.
- [6] D. Mugisidi and O. Heriyani, "Sea Water Characterization at Ujung Kulon Coastal Depth as Raw Water Source for Desalination and Potential Energy," *E3S Web Conf.*, vol. 31, pp. 18–21, 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20183102005.
- [7] A. Abotaleb and A. Mabrouk, "The impact of vapor box location on the performance of the multiple effect distillation for seawater desalination technology," *Desalin. Water Treat.*, vol. 216, pp. 1–13, 2021, doi: 10.5004/dwt.2021.26821.
- [8] H. Trisnawati, "Strategi Daya Tarik Wisata Tanjung Batu Menanggulangi Krisis Air Bersih Di Kecamatan Pemangkat," *Manaj. Halal dan Pariwisata Syariah*, vol. 4, no. 1, pp. 12–24, 2021, [Online]. Available: <http://journal.iaisambas.ac.id/index.php/HalalanThayyiban/article/view/416/493>
- [9] S. Abhishek, A. S. Kumar, E. Anjana, M. Rahul, and S. Jisma, "Water purification using solar thermal and solar PV," *2018 Int. Conf. Emerg. Trends Innov. Eng. Technol. Res. ICETIETR 2018*, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/ICETIETR.2018.8529132.
- [10] A. Yani, "Study experimental alat destilasi air laut terhadap kuantitas dan kualitas air tawar yang dihasilkan dengan menggunakan energi matahari," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.24127/trb.v10i2.1744.
- [11] M. J. Jasman, "Modifikasi Alat Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih," *Jkl*, vol. 9, no. April, pp. 1–9, 2019, doi: 10.47718/jkl.v9i1.637.
- [12] H. Rabby, M. S. Drs. Suwandi, and M. S. Edy Wibowo, S.Si., "Analisa Pengaruh Temperatur, Kelembaban, Intensitas Cahaya, Lama Penyinaran Dan Konsentrasi Larutan Terhadap Penguapan Air Garam Dalam Disitilator Analysis," *eProceedings Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 572–579, 2017, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/3507>
- [13] B. Anand, R. Shankar, S. Murugavelh, W. Rivera, K. Midhun Prasad, and R. Nagarajan, "A Review On Solar Photovoltaic Thermal Integrated Desalination Technologies," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 141, no. January, p. 110787, 2021, doi: 10.1016/j.rser.2021.110787.
- [14] D. Sumardiyanto, S. E. Susilowati, F. Hidayat, and ..., "Penyuluhan Destilasi Dan Filtrasi Air Laut Menjadi Air Bersih Untuk Masyarakat Sekitar Jakarta Utara," ..., vol. 4, no. 2, pp. 1–9, 2021, [Online]. Available: <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/berdikari/article/view/4999>
- [15] S. : Riskawati *et al.*, "Penguasaan Konsep Suhu dan Kalor dengan Experiential Learning melalui

- Pembelajaran Destilasi Air Laut,” *J. Ris. Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 56–64, 2020, doi: 10.17977/um058v5i1p58-64.
- [16] M. Anggara, D. Widhiyanuriyawan, and M. N. Sasongko, “Pengaruh Ukuran Butir Pasir Besi Dan Volume Air Laut Pada Absorber Type Fins Solar Distillation Terhadap Produktivitas Air Tawar,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 3, pp. 135–143, 2016, doi: 10.21776/ub.jrm.2016.007.03.5.
- [17] A. W. Krisdiarto, A. Ferhat, A. W. Krisdiarto, and M. P. Bimantio, “Penyediaan Air Bagi Masyarakat Pesisir Terdampak Kekeringan dengan Teknologi Desalinasi Air Laut Sederhana,” *DIKEMAS (Jurnal Pengabd. Kpd. Masyarakat)*, vol. 4, no. 2, 2020, doi: 10.32486/jd.v4i2.532.
- [18] M. Mulyanef, B. Burmawi, and K. Muslimin, “Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Dan Garam Dengan Destilasi Tenaga Surya,” *J. Tek. Mesin ISSN ...*, vol. 4, no. 1, pp. 25–29, 2015, [Online]. Available: <https://jtm.itp.ac.id/index.php/jtm/article/view/596/796>
- [19] C. Elango, N. Gunasekaran, and K. Sampathkumar, “Thermal models of solar still - A comprehensive review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 47, pp. 856–911, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.03.054.
- [20] N. I. Riani, S. Syamsuri, and R. R. Pratama, “Simulasi Numerik Aliran Melewati Nozzle Pada Ejector Converging – Diverging Dengan Variasi Diameter Exit Nozzle,” *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 2, no. 1, p. 19, 2017, doi: 10.21070/r.e.m.v2i1.796.
- [21] S. Iqbal, Sukmawaty, G. M. ian D. Putra, and D. A. S. Tiawati, “Analisis Kinerja Alat Desalinasi Air Laut Penghasil Air Tawar Dan Garam Dengan Menggunakan Tenaga Surya,” vol. 6, no. 1, pp. 29–34, 2019.
- [22] M. F. Remeli, B. Singh, N. Amirah, M. S. Meon, and W. N. Fadilla, “Solar Distillation Thermoelectric Power Generation,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 268, no. 1, pp. 3–8, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/268/1/012022.
- [23] C. Chen, Y. Kuang, and L. Hu, “Challenges and Opportunities for Solar Evaporation,” *Joule*, vol. 3, no. 3, pp. 683–718, 2019, doi: 10.1016/j.joule.2018.12.023.
- [24] S. W. Sharshir *et al.*, “A mini review of techniques used to improve the tubular solar still performance for solar water desalination,” *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 124, pp. 204–212, 2019, doi: 10.1016/j.psep.2019.02.020.
- [25] T. Ding, Y. Zhou, W. L. Ong, and G. W. Ho, “Hybrid solar-driven interfacial evaporation systems: Beyond water production towards high solar energy utilization,” *Mater. Today*, vol. 42, no. xx, pp. 178–191, 2021, doi: 10.1016/j.mattod.2020.10.022.
- [26] R. Natawisastro, R. Bramawanto, M. Ma’muri, L. Alfaris, and S. Suhernalis, “Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut yang Dilengkapi Pemanas Air Sederhana,” 2022. doi: 10.15578/jkn.v17i2.11382.
- [27] M. I. Mowaviq, “Kendali Alat Destilasi Air Laut Elektrik Berbasis Mikrokontroler,” *Kilat*, vol. 10, no. 2, pp. 280–286, Oct. 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i2.1316.
- [28] M. Rusdi, A. Amprin, and K. Kahar, “Variasi Temperatur Dan Waktu Destilasi terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Rendemen Air Laut Menggunakan Pemanas Elektrik,” *J. Pertan. Terpadu*, vol. 9, no. 2, pp. 201–214, Dec. 2021, doi: 10.36084/jpt.v9i2.332.
- [29] 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,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 0–11, 2013, doi: 10.35793/jtek.2.2.2013.1786.
- [30] C. Wahyudi, “Rancang Bangun Alat Pemisahan Air Dan Garam Dari Air Laut Dengan Memanfaatkan Energi Panel Surya,” *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–23, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTM/article/view/1192>
- [31] R. R. S Wulandari, D. Prayogo, Suhartini, and M. F. Fauzi, “Optimalisasi Perawatan Fresh Water Generator Guna Mempertahankan Produksi Air Tawar di Kapal PGN FSRU Lampung,” *Airman J. Tek. dan Keselam. Transp.*, vol. 2, no. 1, pp. 57–68, 2020, doi: 10.46509/ajtk.v1i2.19.
- [32] X. Tao and C. A. Infante Ferreira, “Heat transfer and frictional pressure drop during condensation in plate heat exchangers: Assessment of correlations and a new method,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 135, pp. 996–1012, 2019, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.01.132.
- [33] H. Ambarita, “Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Sistem Vakum Alami Dengan Tenaga Surya,” *J. Flywheel*, vol. 9, no. 1, pp. 37–42, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/flywheel/article/view/2558>
- [34] H. Ambarita and E. Y. Setiawan, “Analysis of Condenser Performance Desalination of Solar Energy of the Natural Vacuum System At the Time of Low Radiation Intensity,” *J. Sci. Appl. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–26, 2018, doi: 10.31328/jsae.v1i1.550.
- [35] A. T. S. Haji, R. Wirosedarmo, and M. W. Tyas, “Analisis Nomografi Suhu, Laju Penguapan dan Tekanan Udara untuk Perancangan Alat Desalinasi Tenaga Surya Dengan Pengaturan Vakum Analysis,” 2018. doi: 10.21776/ub.jsal.2017.004.02.1.
- [36] S. F. Dina, Jufrizal, Azwardi, and M. Syahputra, “Pengaruh tekanan vakum pada proses desalinasi air laut

- menggunakan tenaga surya tipe kolektor tabung vakum,” *Indones. J. Ind. Res.*, vol. 12, no. 24, pp. 16–20, 2017, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/449774/pengaruh-tekanan-vakum-pada-proses-desalinasi-air-laut-menggunakan-tenaga-surya#cite>
- [37] M. W. Tyas, A. T. Sutan, and H. Ruslan, “Analisis Nomografi Suhu , Laju Penguapan Dan Tekanan Udara Pada Alat Desalinasi Tenaga Surya Dengan Pengaturan Vakum The Nomographic Analysis Against Temperature , Evaporation Rate and Air Pressure For A Solar Powered Desalination Device with Vacuum Contr,” 2017. [Online]. Available: <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/271>
- [38] M. S. Islam, A. Sultana, A. H. M. Saadat, M. S. Islam, M. Shammi, and M. K. Uddin, “Desalination Technologies for Developing Countries: A Review,” *J. Sci. Res.*, vol. 10, no. 1, pp. 77–97, 2018, doi: 10.3329/jsr.v10i1.33179.
- [39] A. R. Effendi, “Analisis Perubahan Tekanan Vakum Kondensor Terhadap Kerja Turbin Dan Produksi Listrik PLTU Unit 1 Sebalang Menggunakan Simulasi Cycle Tempo,” *J. Powerpl.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–29, 2020, doi: 10.33322/powerplant.v8i1.1047.
- [40] M. S. Gozali and O. A. Dianto, “Pirani Gauge Inficon BPG400 Sebagai Alat Ukur dan Analisis Tekanan Pompa Vacuum,” *J. Appliedelectrical Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2017.
- [41] A. Sukarno, Bono, and B. Prasetyo, “Analisis Perubahan Tekanan Vakum Kondensor Terhadap Kinerja Kondensor Di PLTU Tanjung Jati B Unit 1,” *EKSERGI J. Tek. Energi*, vol. 10, no. 2, pp. 65–71, 2014.
- [42] B. Majhi, D. Naidu, A. P. Mishra, and S. C. Satapathy, “Improved prediction of daily pan evaporation using Deep-LSTM model,” *Neural Comput. Appl.*, vol. 32, no. 12, pp. 7823–7838, 2020, doi: 10.1007/s00521-019-04127-7.
- [43] R. Wirangga, D. Mugisidi, A. T. Sayuti, and O. Heriyani, “The Impact of Wind Speed on the Rate of Water Evaporation in a Desalination Chamber,” vol. 1, no. 1, pp. 39–50, 2023, doi: 10.37934/arfmts.106.1.3950.
- [44] H. Bernoulli, M. Pembelajaran, F. Meter, and P. M. Fluida, “Prosiding Seminar Nasional NCIET Vol.1 (2020) B277-B285 1,” *Pros. Semin. Nas. NCIET Vol.1 B227-B241*, vol. 1, pp. 277–285, 2020.
- [45] 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.
- [46] 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.
- [47] F. I. Pasaribu, A. K. Hasibuan, N. Evalina, and E. S. Nasution, “Analisa Penggunaan Surya Panel Phollycrystal 240 WP Sebagai Kinerja Destilator Air Laut,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 90–99, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9530.

Zaka Nurfadilah - Pengaruh Kincir Tertutup Terhadap Efisiensi dan Rugi-rugi

by Zaka Nurfadilah Uploaded By Lutfan Zulwaqar

Submission date: 08-Jun-2023 09:13AM (UTC+0700)

Submission ID: 2111427586

File name: Pengaruh_Kincir_Tertutup_TerhadapEfisiensi_dan_Rugi-rugi.pdf (413.71K)

Word count: 3604

Character count: 19265

Pengaruh Kincir Tertutup Terhadap Efisiensi dan Rugi-rugi

Zaka Nurfadilah¹, Dan M²³sidi^{2*}, Abdul Rahman Soleh Pohan³, Oktarina Heriyani⁴

*Email corresponding author: dan.mugisidi@uhamka.ac.id

17

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Indonesia

Article history: Received: 01 Mei 2023 | Revised: 17 Mei 2023 | Accepted: 26 Mei 2023

Abstract. Waterwheel is a component in a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) which obtains energy from flowing water which has a height and speed. The amount of energy converted by the water wheel depends on the shape of the blade and the installation position, but the losses due to wasted water are still large. Therefore this study proposes a closed water wheel to reduce losses. This research uses two condition of water wheel: open wheel and closed wheel. This research uses one mill which applied into two conditions. The waterwheel is made using Polylactid Acid (PLA) and tested using 2 inch pipe lines and flow rates of 10, 12, 14, 16, 18, 20 m³/hour. The efficiency of a closed water wheel is higher than that of an open wheel at all discharge rates. The highest efficiency for a closed wheel is 54.54% and for an open wheel is 52.25% at a discharge of 10 m³/hour with a loss ratio of 0.078 for an open wheel and 0.065 for a closed wheel which shows that the losses in the water wheel are reduced.

Keywords - Efficiency, Waterwheel, Micro hydro, Losses

Abstrak. Kincir air adalah komponen dalam Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki ketinggian dan kecepatan. Jumlah energi yang dikonversikan oleh kincir air tergantung pada bentuk sudu dan posisi pemasangannya akan tetapi rugi-rugi akibat air yang terbuang masih besar. Oleh karena itu penelitian ini mengusulkan kincir air tertutup untuk mengurangi ruginya. Penelitian ini menggunakan dua jenis: kincir terbuka dan kincir tertutup. Penelitian ini menggunakan satu kincir yang diaplikasikan untuk dua kondisi. Kincir air dibuat menggunakan Polylactid Acid (PLA). Kincir air diuji menggunakan saluran pipa 2 inch dan laju aliran 10, 12, 14, 16, 18, 20 m³/jam. Efisiensi kincir air tertutup lebih tinggi daripada kincir terbuka pada semua tingkat debit. Efisiensi tertinggi kincir tertutup adalah 54,54% dan kincir terbuka 52,25% pada debit 10 m³/jam dengan rasio rugi-rugi mencapai 0,078 pada kincir terbuka dan 0,065 pada kincir tertutup yang menunjukkan bahwa rugi-rugi pada kincir air berkurang.

Kata Kunci - Efisiensi, Kincir Air, Mikrohidro, Rugi-rugi

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia dalam melakukan aktifitas sehari-hari [1]. Pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun ke tahun semakin meningkat yang menyebabkan kebutuhan energi listrik menjadi meningkat [2] karena berbagai peralatan menggunakan energi listrik [3]. Akan tetapi, Pembangkit listrik harus dicapai untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat ini. Sehingga dibutuhkan sumber energi terbarukan seperti energi air, energi angin, energi matahari, biogas, gelombang laut dan sebagainya [4]. Di Indonesia, penyediaan energi listrik masih mengandalkan pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil [5]. Berkurangnya cadangan energi fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara, maka perlu diadakan pengembangan mengenai pembangkit listrik yang ramah lingkungan seperti kincir air dengan memanfaatkan aliran dan jatuhnya air [6]. Sampai saat ini sumber energi terbesar yang telah dimanfaatkan adalah energi air [7].

Energi air merupakan energi yang berasal dari alam yang mudah didapat, disebabkan air mempunyai energi potensial dan energi kinetik [8] [9]. Energi air menjadi pilihan yang baik karena kondisi di Indonesia yang bergunung dan berbukit yang di aliri oleh banyak sungai yang menghasilkan energi dan akan dimanfaatkan dalam wujud energi mekanik menjadi energi listrik [10]. Tenaga air merupakan energi terbarukan yang sangat berkontribusi untuk pembangkit listrik [11]. Namun karena bergantungnya pada kondisi geografis dan cuaca, pemanfaatan energi air tidaklah sederhana [12].

Salah satu alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang optimal di Indonesia adalah kincir air. Kincir air adalah tenaga air yang digunakan sejak jaman dahulu untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik [13]. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan besar debit air yang menggerakkan kincir dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik [14] [15]. Ada beberapa jenis kincir air yaitu : overshoot, undershoot, breathshoot, kincir air aliran [16] [17]. Pemanfaatan mikrohidro sangat menguntungkan untuk daerah-daerah terpencil [18]. Oleh karena itu, desain kincir air relatif sederhana dan memiliki torsi tinggi, namun implementasi kincir air sebagai mikrohidro perlu diteliti lebih lanjut untuk mengembangkan kinerja PLTA [19].

Beberapa penelitian tentang kincir air telah banyak dilakukan diantaranya tebal sudu terhadap kinerja kincir air sudu datar [20], kedalaman pencelupan sudu kincir [21], pengaruh tinggi sudu kincir air terhadap daya dan efisiensi [22], analisis kerugian pada performa *dethridge wheel* [23] [24], karakteristik kinerja dan rugi-rugi pada kincir air *breastshot* [25], serta estimasi daya keluaran dan rugi-rugi daya pada kincir air *overshot* [26]. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mengurangi rugi-rugi pada kincir air. Sejalan ini belum ada penelitian yang menggunakan kincir air tertutup untuk mengurangi rugi-rugi pada kincir air. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan rugi-rugi kincir air dengan menggunakan kincir air tertutup.

METODE

Penggunaan kincir air ini untuk mengukur efisiensi dan rugi-rugi kincir air [27]–[29] yang dihasilkan dengan kincir tertutup. Kincir air tertutup yang digunakan pada penelitian ini adalah kincir air yang dikurangi luasan terbukanya sehingga aliran air masuk tidak terganggu tetapi air tidak mudah untuk keluar dan dibandingkan dengan kincir air yang biasa (kincir air terbuka) seperti pada gambar 1.



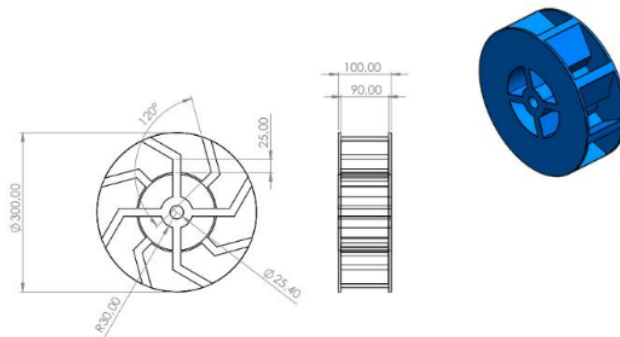
Gambar 1. (a) Kincir air terbuka dan (b) Kincir air tertutup

Alat yang digunakan dalam penelitian ini tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat Ukur yang digunakan

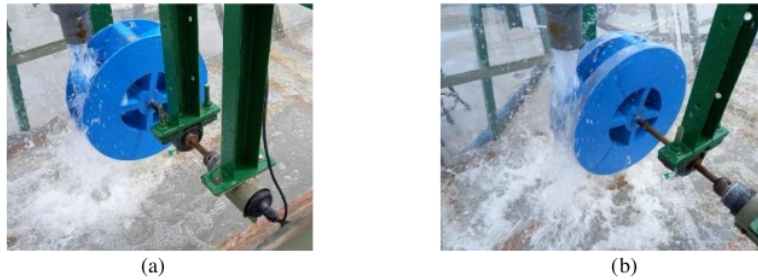
Alat Ukur	Tipe
Rotameter	LZS 65 Z
Tachometer	KW06-563
Torque meter	Lutron TQ-8800
Flow Velocity meter	Flowwatch FL-03

Pada penelitian ini menggunakan satu kincir air dengan untuk mengambil data kincir air terbuka dan selanjutnya kincir air yang sama digunakan menjadi kincir air tertutup. Kincir ini memiliki diameter 300 mm dan lebar 100 mm dengan menggunakan bahan *Polylactid Acid*. Penutup kincir air terbuat dari *fiber plastic composite* dengan ukuran 20 mm pada kedua sisi.



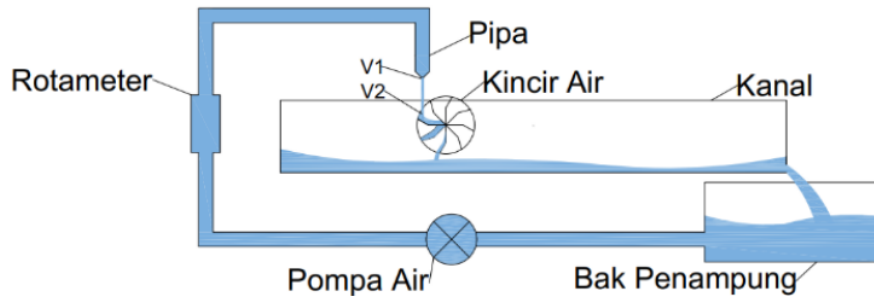
Gambar 2. Geometri Kincir air

Penelitian ini membandingkan kincir terbuka dan kincir tertutup. Kincir tertutup dibuat sebagai mengurangi rugi-rugi pada kincir terbuka.



Gambar 3. (a). Proses pengambilan data kincir terbuka dan (b) Proses pengambilan data kincir tertutup

Percobaan menggunakan enam variasi debit air, yaitu 10, 12, 14, 16, 18, 20 m³/jam. Air dipompa dari tangki penyimpanan air ke pipa dan melalui rotameter. Air mengalir melalui saluran kemudian memutar kincir air kemudian mengalir kembali ke bak penampung seperti gambar 4.



Gambar 4. Percobaan Kincir Air

Tenaga air dapat diperoleh berdasarkan perbedaan debit air yang masuk kedalam kincir air. Daya yang dihasilkan oleh air dapat dihitung dengan mengalikan [30].

$$P_i = \rho \times Q \times g \times H \quad (1)$$

Dimana :

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$H = \text{Tinggi jatuh air (0,40 m)}$$

$$\rho = \text{Massa jenis air (1000 kg/m}^3\text{)}$$

Daya yang dihasilkan oleh kincir dapat dihitung dengan mengalikan torsi (T) dan kecepatan sudut (ω) [30].

$$P_o = T \times \omega \quad (2)$$

$$P_o = T \times \frac{2\pi n}{60} \quad (3)$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$n = \text{Putaran kincir (Rpm)}$$

Efisiensi kincir merupakan perbandingan antara daya kincir air dan daya air, maka diperoleh [30].

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\% \quad (4)$$

Gaya air (F_a) yang mendorong sudu kincir yang disebabkan oleh massa air (\dot{m}) yang bergerak menimbulkan gaya tangensial kincir (F_t) yang tegak lurus terhadap poros kincir sehingga menimbulkan gaya kincir (F_c) [31].

$$\dot{m} = \rho \times A \times v \quad (5)$$

$$F_a = \dot{m} \times (v_2 - v_1) \quad (6)$$

$$F_t = \frac{F_a}{\cos \theta} \quad (7)$$

Impact losses (L_{imp}) dapat terjadi di kincir maupun di saluran. Impact losses dapat dituliskan sebagai :

$$L_{imp} = \xi \gamma Q \frac{w^2}{2g} \quad (8)$$

Dimana :

ξ = Koefisien dampak

γ = Berat jenis air (N/m^3)

w = Kecepatan relative (m/s)

g = Gravitasi (9,81 m/s)

Untuk mendapatkan kecepatan relatif dapat dituliskan

$$w = v - u \quad (9)$$

Dimana :

v = Kecepatan aliran air (m/s)

u = Kecepatan tangensial (m/s)

Volumetric Losses (L_{Qu}) terjadi di bagian masuknya air kedalam kincir. Sebagian dari aliran air hilang ketika air masuk kedalam kincir. Volumetric Losses dapat dituliskan :

$$L_{Qu} = \gamma Q_u (H_u - H_d) \quad (10)$$

Dimana :

Q_u = Volumetric losses di bagian sudu kincir (m^3/s)

H_u = Tinggi aliran air sampai permukaan (m)

H_d = Tinggi genangan air (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengambilan data, maka data tersebut akan diolah. Data hasil penelitian pada kincir air overshoot dilakukan pengukuran daya yang dihasilkan oleh kincir air overshoot. Kecepatan aliran air diukur dari perbedaan debit air, serta rpm kincir dari pengukuran kecepatan putaran kincir.

Pada pengambilan data dilakukan dengan menggunakan debit 10, 12, 14, 16, 18, 20 m^3/det yang disirkulasikan dengan menggunakan pompa dengan variable kincir terbuka dan kincir tertutup. Setelah melakukan pengambilan data maka hasil data tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dan 3 berikut :

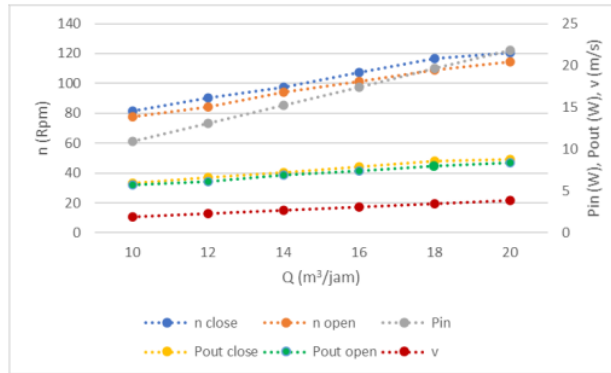
Tabel 2. Kincir air terbuka

Q (m^3/jam)	n (rpm)	P_{in} (W)	P_{out} (W)	E (%)	λ
10	77,7	10,91	5,7	52,25	0,61
12	84	13,07	6,16	47,13	0,56
14	94,2	15,26	6,9	45,21	0,54
16	101,5	17,42	7,44	42,71	0,52
18	108,7	19,62	7,97	40,62	0,49
20	114,2	21,82	8,37	38,36	0,46

Tabel 3. Kincir air tertutup

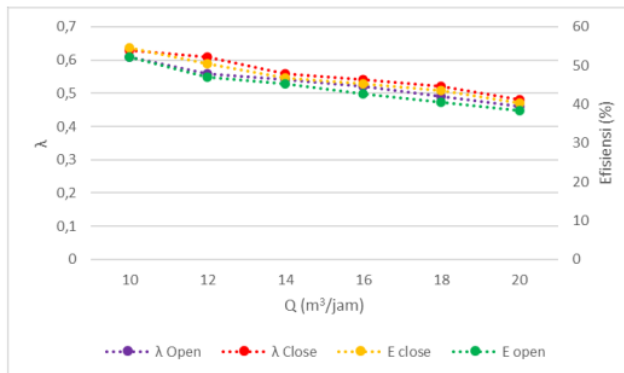
Q (m^3/jam)	n (rpm)	P_{in} (W)	P_{out} (W)	E (%)	λ
10	81,3	10,91	5,95	54,54	0,63
12	90,3	13,07	6,61	50,57	0,61
14	97,7	15,26	7,16	46,92	0,56
16	107,5	17,42	7,88	45,23	0,54
18	116,8	19,62	8,56	43,63	0,52
20	120,3	21,82	8,81	40,38	0,48

Torsi diatur sebesar 0,7 Nm. Putaran kincir dipengaruhi oleh jumlah air yang mengalir, seperti yang dilihat pada tabel diatas putaran kincir air terbuka dan tertutup meningkat dengan bertambahnya aliran air. Namun, pada kincir tertutup lebih besar putarannya dibandingkan dengan kincir terbuka. Karena penutup pada kincir air tertutup memungkinkan untuk masuknya air dapat terkonsentrasi dan terarah secara lebih efektif aliran air menuju bagian kincir. kincir tertutup yang dikurangi luasan terbukanya yang membuat aliran air yang masuk kedalam sudu kincir tertutup akan lebih terfokus pada bagian tengah kincir dan tidak mudah keluar karena air terbentur dengan penutup kincir yang membuat rugi-rugi pada kincir tertutup lebih sedikit dibandingkan dengan kincir terbuka [32]. Bahkan apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya [33]–[37] efisiensi kincir air tertutup lebih tinggi. Perbandingan tersebut akan dibuatkan dengan grafik. Berikut ini adalah grafik yang menggambarkan perbandingan hasil data-data yang sudah diolah:



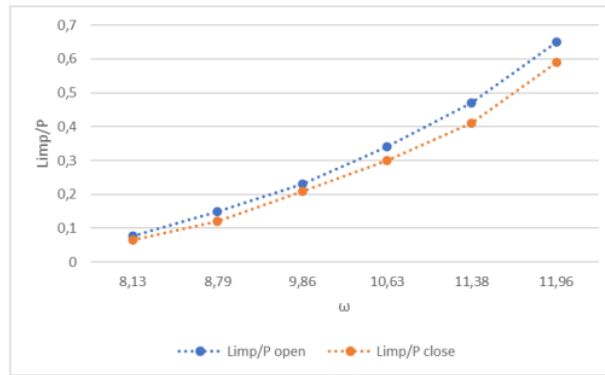
Gambar 5. Grafik daya kincir (P_{out}), daya air (P_{in}), kecepatan putaran (n) dan debit air (Q)

Selain menampilkan daya kincir, gambar 5 menampilkan daya air, kecepatan putaran dan debit air. Tampak bahwa daya kincir dan daya air meningkat dengan bertambahnya laju aliran air. Hal ini karena laju aliran bertambah sehingga energi kinetik yang menggerakkan sudu meningkat. Meskipun diatur dengan torsi 0,7 Nm daya kincir tertutup lebih besar dari daya kincir terbuka dengan debit air yang sama.



Gambar 6. Grafik efisiensi (%) dan tip speed ratio (λ)

Gambar 6 menampilkan efisiensi kincir tertutup dan kincir terbuka dengan debit aliran 10 m³/jam pada 81,3 rpm dan 77,7 rpm berturut-turut adalah 54,54 % dan 52,25%. Namun ketika debit dinaikkan efisiensinya turun. Hal ini dikarenakan peningkatan putaran kincir air tidak sebanding dengan pertambahan debit air.



Gambar 7. Grafik *Impact losses* (L_{imp}) terhadap kecepatan sudut (ω)

Gambar 7 menampilkan *impact losses*. Tampak bahwa *impact losses* meningkat dengan bertambahnya kecepatan sudut. Namun *impact losses* kincir tertutup lebih rendah dibandingkan dengan kincir terbuka. Karena air yang masuk kedalam kincir tertutup cipratannya membentur penutup sehingga mengurangi rugi-rugi dan memberikan gaya dorong terhadap kincir.

KESIMPULAN

Energi kinetik pada aliran air dengan menggunakan pipa belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal kebutuhan energi listrik semakin meningkat di Indonesia. Salah satu alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang optimal di Indonesia adalah kincir air. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kincir air tertutup lebih efisien di bandingkan dengan kincir air terbuka. Hal ini dikarenakan *Impact losses* pada kincir tertutup lebih sedikit dibandingkan dengan kincir terbuka. gaya tangensial kincir (F_t) meningkat dengan bertambahnya massa air. Hal ini dikarenakan bertambahnya gaya air yang mendorong sudu. Rasio rugi-rugi tertinggi pada kincir tertutup mencapai 0,59 dan kincir air terbuka 0,64. Efisiensi tertinggi pada kincir air terbuka adalah 54,54% dan kincir air tertutup mencapai 52,25%, menunjukkan peningkatan 2,29% pada 10 m³/jam dan pada rasio rugi-rugi mencapai 0,078 pada kincir terbuka dan 0,065 pada kincir tertutup.

11

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lemlitbang UHAMKA yang telah mendanai penelitian ini dengan nomor kontrak 50/F.03.07/2022

REFERENSI

- [1] E. Elfiano *et al.*, "Pembuatan Kincir Air Untuk Pembangkit Listrik Dengan Pemanfaatan Arus Air Sungai," vol. 1, no. 2, 2017.
- [2] R. Boli, A. Makhsud, M. Tahir, and M. Tahir, "Analisis Daya Output Dan Efisiensi Kincir Air Sudu Miring Yang Bekerja Pada Saluran Horizontal," *Gorontalo J. Infrastruct. Sci. Eng.*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2018, doi: 10.32662/gojise.v1i2.423.
- [3] J. Prasetyo, "Kincir Bertingkat pada Pembangkit Listrik Mikrohidro," *Avitec*, vol. 1, no. 1, pp. 71–76, 2019, doi: 10.28989/avitec.v1i1.502.
- [4] A. Muliawan and A. Yani, "Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31958/js.v8i1.434.
- [5] L. Sule, A. A. Mochtar, and O. Sutresman, "Performance of undershot water wheel with bowl-shaped blades model," *Int. J. Technol.*, vol. 11, no. 2, pp. 278–287, 2020, doi: 10.14716/ijtech.v11i2.2465.
- [6] H. A. Santoso, G. E. Kusuma, S. So, and S. T. Sarena, "Perancangan dan Pembuatan Kincir Air Type Overshot Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro," pp. 145–150, 2017.
- [7] S. C. Laksmiana, A. Fahrudin, and A. Akbar, "Pengaruh Sudut Pengarah Aliran Pada Turbin Air Crossflow Tingkat Dua Terhadap Putaran dan Daya," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 3, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.21070/r.e.m.v3i1.1591.

-
- [8] N. E. Falabibla, "Bab II Landasan Teori," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 8–24, 2019.
- [9] M. M. Saleh and E. Widodo, "Analisa Kinerja Aliran Fluida dalam Rangkaian Seri dan Paralel dengan Penambahan Tube Bundle pada Pompa Sentrifugal," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 3, no. 2, p. 71, 2019, doi: 10.21070/r.e.m.v3i2.1884.
- [10] R. A. Luhung, D. Mugisidi, A. Fikri, and O. Heriyani, "Penguujian Kinerja Detridge Wheel sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Head Sangat Rendah," *Pros. Semin. Nas. Teknoka*, vol. 3, no. 2502, p. 44, 2019, doi: 10.22236/teknoka.v3i0.2912.
- [11] E. Quaranta, "Stream water wheels as renewable energy supply in flowing water: Theoretical considerations, performance assessment and design recommendations," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 45, pp. 96–109, 2018, doi: 10.1016/j.esd.2018.05.002.
- [12] D. Mugisidi, I. N. Fauzi, O. Heriyani, Y. Djeli, E. Aidhilhan, and P. H. Gunawan, "Development of the Dethridge Wheel Blade Shape for Hydropower Generation in Irrigation Canals in Indonesia," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 98, no. 2, pp. 146–156, 2022, doi: 10.37934/arfmts.98.2.146156.
- [13] W. Feng, Y. Zheng, A. Yu, and Q. Tang, "Experimental and Numerical Analysis of the Clearance Effects between Blades and Hub in a Water Wheel Used for Power Generation," *Water*, vol. 14, no. 22, p. 3640, 2022, doi: 10.3390/w14223640.
- [14] J. Emitor, J. Teknik, E. Fakultas, and U. M. Surakarta, "PEMANFAATAN PAMANDIAN UMUM UNTUK PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK MIKROHIDRO (PLTMh) MENGGUNAKAN KINCIR TIPE," *J. Emit.*, vol. 12, no. 01, 2012.
- [15] A. Junaidi, Rinaldi, and A. Hendri, "Model Fisik Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik," *Jom FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2014, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/206233-model-fisik-kincir-air-sebagai-pembangki.pdf>.
- [16] M. H. Nguyen, H. Jeong, and C. Yang, "A study on flow fields and performance of water wheel turbine using experimental and numerical analyses," *Sci. China Technol. Sci.*, vol. 61, no. 3, pp. 464–474, 2018, doi: 10.1007/s11431-017-9146-9.
- [17] A. Tevata and C. Inprasit, "The effect of paddle number and immersed radius ratio on water wheel performance," *Energy Procedia*, vol. 9, pp. 359–365, 2011, doi: 10.1016/j.egypro.2011.09.039.
- [18] O. Heriyani, D. Mugisidi, M. Y. Djeli, and Y. Iqbal, "EFFECT OF CANAL BASE GEOMETRY ON DETHRIDGE," vol. 1, no. 4, pp. 41–48, 2020.
- [19] A. Buku and I. L. K. Wong, "A laboratory scale curve bladed undershot water wheel characteristic as an irrigation power," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 9, pp. 1048–1054, 2018.
- [20] S. Wahyudi and D. N. Cahyadi, "Pengaruh Variasi Tebal Sudu Terhadap Kinerja Kincir Air Tipe Sudu Datar," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 337–342, 2012.
- [21] I. G. Widodo, A. Sunarso, A. Agato, H. Sihombing, and D. Sulistiono, "Pengaruh Kedalaman Pencelupan Sudu Kincir Terhadap Unjuk Kerja Kincir Air," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 2, p. 62, 2018, doi: 10.32497/rm.v13i2.1246.
- [22] M. Z. Kadir and Bambang, "Pengaruh Tinggi Sudu Kincir Air Terhadap Daya Dan Efisiensi Yang Dihasilkan," *Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin*, pp. 13–15, 2010.
- [23] O. Heriyani, D. Mugisidi, R. A. Luhung, M. Y. Djeli, and A. Fikri, "Performance of dethridge wheel as low head power generator and loss analysis," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1373, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1373/1/012012.
- [24] D. Mugisidi, O. Heriyani, R. A. Luhung, and M. R. D. Andrian, "Utilization of the dethridge wheel as a low head power generator and loss analysis," *MATEC Web Conf.*, vol. 204, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201820404003.
- [25] E. Quaranta and R. Revelli, "Performance characteristics, power losses and mechanical power estimation for a breastshot water wheel," *Energy*, vol. 87, pp. 315–325, 2015, doi: 10.1016/j.energy.2015.04.079.
- [26] E. Quaranta and R. Revelli, "Output power and power losses estimation for an overshot water wheel," *Renew. Energy*, vol. 83, pp. 979–987, 2015, doi: 10.1016/j.renene.2015.05.018.
- [27] L. Tang, S. Yuan, Y. Tang, and Z. Gao, "Performance characteristics in runner of an impulse water turbine with splitter blade," *Processes*, vol. 9, no. 2, pp. 1–14, 2021, doi: 10.3390/pr9020303.
- [28] A. Židonis, D. S. Benzon, and G. A. Aggidis, "Development of hydro impulse turbines and new opportunities," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 51, pp. 1624–1635, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.07.007.
- [29] D. S. Benzon, G. A. Aggidis, and J. S. Anagnostopoulos, "Development of the Turgo Impulse turbine: Past and present," *Appl. Energy*, vol. 166, pp. 1–18, 2016, doi: 10.1016/j.apenergy.2015.12.091.
- [30] H. P. Prabawa, D. Mugisidi, and O. Heriyani, "Pengaruh Variasi Ukuran Diameter Nozzle terhadap Daya dan Efisiensi Kincir Air Sudu Datar," *Pros. Semnastek*, no. November, 2016.
- [31] M. Denny, "The efficiency of overshot and undershot waterwheels," *Eur. J. Phys.*, vol. 25, no. 2, pp. 193–202, 2004, doi: 10.1088/0143-0807/25/2/006.

- [32] Y. Nishi, T. Inagaki, Y. Li, R. Omiya, and J. Fukutomi, "Study on an undershot cross-flow water turbine," *J. Therm. Sci.*, vol. 23, no. 3, pp. 239–245, 2014, doi: 10.1007/s11630-014-0701-y.
- [33] L. Jasa, A. Priyadi, and M. H. Purnomo, "An alternative model of overshoot waterwheel based on a tracking nozzle angle technique for hydropower converter," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 1013–1019, 2014.
- [34] A. Buku, H. Calvin, P. Tiyou, and B. Tangaran, "Undershot Flat Plate Water Wheel Performance as a Water Lifter," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 10, pp. 158–165, 2019, [Online]. Available: <http://www.iaeme.com/IJMET/index.asp158http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=10&IType=10http://www.iaeme.com/IJMET/issues.asp?JType=IJMET&VType=10&IType=10>.
- [35] I. W. B. Saputra, A. I. Weking, and L. Jasa, "Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Menggunakan Kincir Overshot Wheel," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 48, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i02p09.
- [36] A. Syuriadi and A. Nidhar, "Pengujian variasi jumlah dan sudut bilah kincir air tipe breastshot," *Politeknologi*, vol. 14, no. 3, 2015.
- [37] L. Tang, S. Yuan, Y. Tang, and Z. Qiu, "Optimization of impulse water turbine based on GA-BP neural network arithmetic," *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 33, no. 1, pp. 241–253, 2019, doi: 10.1007/s12206-018-1224-3.

Zaka Nurfadilah - Pengaruh Kincir Tertutup Terhadap Efisiensi dan Rugi-rugi

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	3%
2	repository.usd.ac.id Internet Source	2%
3	repository.uhamka.ac.id Internet Source	1%
4	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	1%
5	kanazawa-u.repo.nii.ac.jp Internet Source	1%
6	simakip.uhamka.ac.id Internet Source	1%
7	digilib.iain-palangkaraya.ac.id Internet Source	1%
8	123dok.com Internet Source	1%
9	doku.pub Internet Source	1%

10	docobook.com Internet Source	1 %
11	ejournal.akprind.ac.id Internet Source	1 %
12	enerbi.co.id Internet Source	1 %
13	journal.um.ac.id Internet Source	<1 %
14	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
15	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.pnj.ac.id Internet Source	<1 %
17	semarakilmu.com.my Internet Source	<1 %
18	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
19	id.scribd.com Internet Source	<1 %
20	journal.atim.ac.id Internet Source	<1 %
21	jurnal.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %

22

www.slideshare.net

Internet Source

<1 %

23

Dan Mugisidi, Oktarina Heriyani, Zeinab S. Abdel-Rehim, Hamdi Fathurohman. "The influence of container material conductivity to sea water evaporation", AIP Publishing, 2018

Publication

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On