

1. Artikel submit ke Jurnal Foundry (15 Juni 2023)
2. Permintaan revisi dari jurnal Foundry (5 Juli 2023)
3. Artikel diterima untuk publish di Jurnal Foundry (15 Juli 2023)

1. Artikel submit ke Jurnal Foundry (15 Juni 2023)

[JURNAL FOUNDRY] Editor Decision

akhmad nurdin <akhmadnurdin.89@gmail.com>

15 Juni 2023 pukul 07.56

Kepada: Carolus Borromeus Krishna Sampurno <krishnasampurno@gmail.com>, Yunus Ari Rokhim
<carolus@unperba.ac.id>

The following message is being delivered on behalf of Journal Foundry

Carolus Borromeus Krishna Sampurno:

Thank you for submitting the manuscript, "Variasi Jumlah Sudu Terhadap Bentuk Sudu Miring dan Setengah Silinder pada Performa Kincir Air *Undershot*" to Journal Foundry. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://e-journal.polmanceper.ac.id/index.php/Foundry/authorDashboard/submission/69>

Username: Krishna17

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Akhmad Nurdin

Journal Foundry

Journal Foundry

<https://e-journal.polmanceper.ac.id/index.php/Foundry/index>

JURNAL FOUNDRY

2. Permintaan revisi dari jurnal Foundry (5 Juli 2023)

[JURNAL FOUNDRY] Editor Decision

1 pesan

akhmad nurdin <akhmadnurdin.89@gmail.com>

5 Juli 2023 pukul 15.55

Kepada: Carolus Borromeus Krishna Sampurno <krishnasampurno@gmail.com>, Yunus Ari Rokhim <carolus@unperba.ac.id>

Carolus Borromeus Krishna Sampurno, Yunus Ari Rokhim, Afif Hendri Putranto, Victor Bintang Panunggul, Retno Pangestu (Author):

We have reached a decision regarding your submission to JURNAL FOUNDRY, "VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP BENTUK SUDU MIRING DAN SETENGAH SILINDER PADA PERFORMA KINCIR AIR UNDERSHOT".

Our decision is: Revisions Required

akhmad nurdin
politeknik manufaktur ceper
akhmadnurdin.89@gmail.com

Reviewer A:

1. Perlu dicek tampilan grafik, khususnya gambar 5 dan 6
2. Daftar pustaka disesuaikan dengan template
3. Sebaiknya menampilkan apparatus / skematik pengujian pada metode penelitian

Recommendation: Revisions Required


Reviewer B:

untuk perbaikan dapat dilihat pada naskah

Recommendation: Revisions Required

JURNAL FOUNDRY

4 lampiran

 **A-69-Article Text-327-1-4-20230615_rev.docx**
566K

 **B-FILE HASIL REVEIEW 2.docx**
572K

 **C-FILE HASIL REVEIEW 2.docx**
572K

 **C-Variasi Jumlah Sudu Terhadap Bentuk Sudu Miring dan Setengah Silinder Pada Performa Kincir Air Undershot-foundry Revisi.docx**
398K

VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP BENTUK SUDU MIRING DAN SETENGAH SILINDER PADA PERFORMA KINCIR AIR UNDERSHOT

Diterima: xx bulan 202x Direvisi: xx bulan 202x Disetujui: xx bulan 202x Terbit online: xx bulan 202x

ABSTRAK

Dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia telah memanfaatkan sumber daya yang sudah disediakan oleh alam. Sumber daya energi merupakan salah satu dari sumber daya alam yang turut serta berperan dalam kesejahteraan masyarakat. Sumber daya energi ini terbagi menjadi dua, yaitu sumber energi terbarukan dan sumber energi tak terbarukan. Kincir air merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah salah satu sumber daya energi terbarukan. Penggunaan kincir air merupakan salah satu pemanfaatan energi air menjadi pembangkit listrik mikrohidro (PLTMH). Namun tidak semua kincir air dapat dimanfaatkan pada head rendah dan debit yang besar. Kincir air undershot memiliki konstruksi sederhana, dapat dimanfaatkan pada head rendah dan debit kecil namun memiliki efisiensi yang rendah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui performa terbaik dari penggunaan jumlah sudu dan penggunaan bentuk sudu dari kincir air undershot. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa performa terbaik dicapai pada penggunaan jumlah sudu setengah silinder dan jumlah sudu 16 buah sudu. Penggunaan bentuk sudu setengah silinder dapat mengurangi gaya hambat yang disebabkan air yang berada di bagian belakang sudu yang mengurangi gaya dorong hasil tumbukan air dengan bagian depan sudu.

Kata kunci: undershot; sudu miring; sudu setengah silinder; unjuk kerja kincir air

ABSTRACT

In an effort to meet the needs of life, humans have utilized the resources provided by nature. Energy resources are one of the natural resources that participate in the welfare of society. These energy resources are divided into two, namely renewable energy sources and non-renewable energy sources. Waterwheel is one of the technologies that can be used to process one of the renewable energy resources. The use of waterwheels is one of the uses of water energy into microhydro power plants (PLTMH). However, not all waterwheels can be used at low heads and large discharges. Undershot waterwheel has simple construction, can be utilized at low head and small discharge but has low efficiency. The purpose of this study was to determine the best performance from the use of the number of blades and the use of the blade shape of the undershot waterwheel. From the results of the study, it was found that the best performance was achieved in the use of the number of semi-cylindrical spoons and the number of 16 spoons. The use of a semi-cylindrical blade shape can reduce the drag caused by water at the back of the blade which reduces the thrust resulting from the collision of water with the front of the blade.

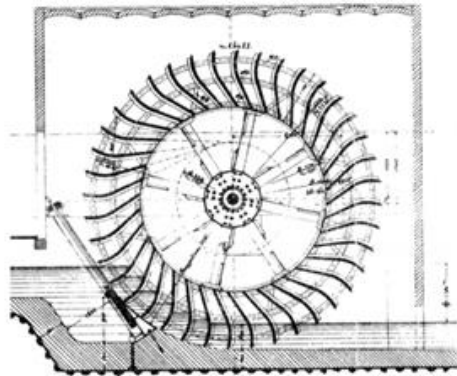
Keywords: undershot; tilted blades; half-cylinder blades; Waterwheel Performance

1. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu dari energi terbarukan yang relatif mudah didapat di negara Indonesia dan tidak memberikan dampak yang mencemari lingkungan. Di Indonesia sendiri ketersediaan air yang dapat digunakan sangat melimpah hingga 694 milyar/m³ per tahun [1]. Tetapi dari jumlah tersebut

yang telah dimanfaatkan hanya sebesar 23% dan hanya sekitar 80% yang dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi [2]. Air yang mengalir seperti pada aliran sungai dan saluran air, dapat menjadi sumber energi hidrokinetik yang dapat digunakan untuk menggerakkan pompa hydam [3] atau menggerakkan sudu turbin bila kecepatan air mengalir mencukupi [4]. Pada umumnya, energi tersebut di ubah menjadi energi listrik dengan menggunakan generator atau menjadi energi mekanik untuk menggerakkan poros tanpa menyita air [5]. Aliran air yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik adalah aliran dengan debit yang besar, sedangkan aliran air dengan debit kecil masih belum termanfaatkan dengan baik .

Salah satu teknologi untuk mengkonversi energi yang terdapat dalam air mengalir adalah kincir air. Kincir air merupakan alat untuk mengubah sebagian energi dalam aliran air menjadi energi mekanik [6]. Menurut tipenya kincir air dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu kincir air breastshot, kincir air Overshot, dan kincir air Undershot [7].



Gambar 1. Kincir air undershot [8]

Kincir air undershot merupakan salah satu dari teknologi kincir air yang pemanfaatannya sudah ada sejak abad ke 18. Kincir air jenis ini memiliki kelebihan yaitu lebih ekonomis dan konstruksinya yang lebih sederhana dibandingkan jenis kincir air yang lain karena air yang menjadi sumber penggerak terletak di bagian bawah kincir sehingga dapat dipasang di manapun ada air mengalir [9]. Namun, kincir air undershot juga memiliki kekurangan yaitu efisiensinya yang kecil (25%-70%) dan daya yang dihasilkan juga lebih rendah dibandingkan dengan teknologi kincir air yang lain. Besarnya efisiensi dan daya yang dihasilkan kincir, bergantung pada head dan debit air yang tersedia [10].

Kincir air undershot berputar apabila air yang mengalir mengenai sudu di bagian bawah kincir [11]. Putaran pada poros kincir ini kemudian disalurkan menuju generator dengan menggunakan transmisi sehingga generator dapat merubah energi mekanik yang dihasilkan kincir air menjadi energi listrik yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk menyalakan peralatan listrik. Kincir air jenis ini sangat cocok apabila digunakan di daerah yang memiliki perairan dangkal dengan head yang rendah.

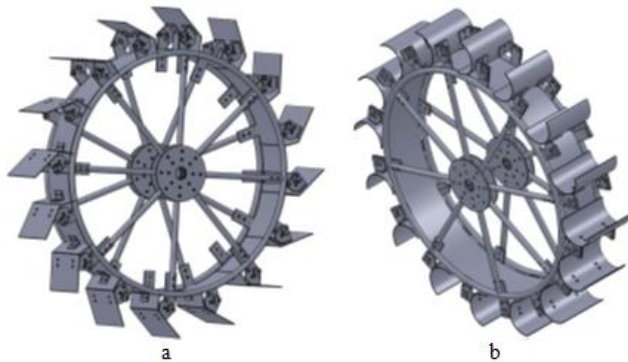
Penelitian ini menggunakan kincir air tipe undershot dengan jumlah sudu yang digunakan sebanyak 8 dan 16 buah sudu dan bentuk sudu yang digunakan miring dan setengah silinder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa terbaik dari kincir air undershot berdasarkan bentuk dan jumlah sudu yang digunakan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengujian eksperimen langsung pada objek yang diteliti. Setelah proses pembuatan kincir beserta komponen pendukung, kemudian dilakukan pemasangan seluruh peralatan yang dibutuhkan dalam pengambilan data, dan dilanjutkan untuk pengambilan data. Tahapan untuk pengambilan data sebagai berikut :

- a. Mengatur debit aliran air sesuai dengan yang direncanakan.
- b. Mengukur kecepatan putar poros pada generator dengan beban lampu yang diberikan secara bertahap

Comment [YK1]: Sebaiknya menampilkan apparatus / skematik pengujian dan atau dimensi sudu



Gambar 2. kincir air undershot, a) sudu miring, b) sudu setengah silinder.

Data yang diambil berupa tegangan dan arus listrik, beban torsi, dan putaran pada generator. Kinerja kincir air dapat ditinjau dengan menggunakan beberapa persamaan perhitungan berikut :

a. Daya yang tersedia akibat ketinggian dan kapasitas air

$$P_{\text{air}} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \quad (1)$$

P : daya yang terdapat pada air

ρ : densitas air (kg/m^3)

Q : debit aliran (m^3/s)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

h : head (m)

b. Daya yang dihasilkan kincir air akibat dorongan dari air yang mengalir.

$$P = ((F - F_d) \cdot r) \left(\frac{\pi \cdot n}{30} \right) \quad (2)$$

r : jari – jari kincir air (m)

n : putaran dari kincir air (rpm)

F : gaya dorong pada kincir air (kg)

$$F = \rho A v^2 \quad (3)$$

F_d : gaya yang menghambat sudu di belakang (kg)

$$C_d = \frac{2F_d}{\rho v^2 A} \quad (4)$$

Efisiensi kincir air merupakan perbandingan daya yang dihasilkan kincir dengan daya yang tersedia pada air.

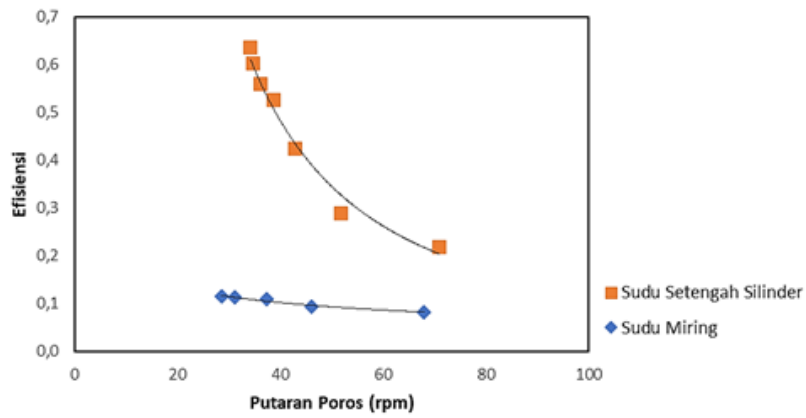
$$\eta = \frac{P}{P_{\text{air}}} 100\% \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

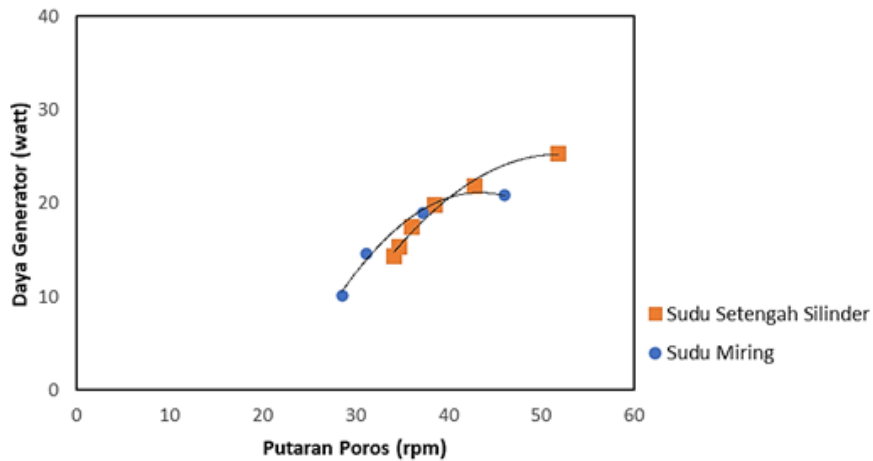
Data yang didapatkan dari hasil pengujian, kemudian data tersebut diolah dalam bentuk grafik sebagai berikut.

Gambar 3. menunjukkan hasil pengujian kincir air dengan sudu setengah silinder dan sudu miring dengan jumlah sudu 8 buah. Dari hasil pengujian didapatkan efisiensi kincir sudu setengah silinder tertinggi sebesar 0,64 yang diperoleh pada putaran 34,2 rpm. Sedangkan efisiensi terendah sebesar 0,22 pada putaran 70,9 rpm. Pada kincir dengan sudu miring, efisiensi tertinggi mencapai 0,12 pada putaran 28,6 rpm. Sedangkan efisiensi terendah mencapai 0,08 pada putaran 67,9 rpm.

Gambar 4. Menampilkan hubungan daya yang dihasilkan kincir 8 sudu dengan putaran kincir. Pada putaran sebesar 51,9 rpm, kincir dengan sudu setengah silinder menghasilkan daya tertinggi sebesar 25,3 Watt. Sedangkan daya terendah sebesar 14,29 dicapai pada putaran 34,2 rpm. Kincir air dengan sudu miring menghasilkan daya tertinggi sebesar 20,87 Watt pada putaran 46,1 rpm. Daya terendah yang dihasilkan kincir sudu miring mencapai 10,11 Watt pada putaran 28,6 rpm.

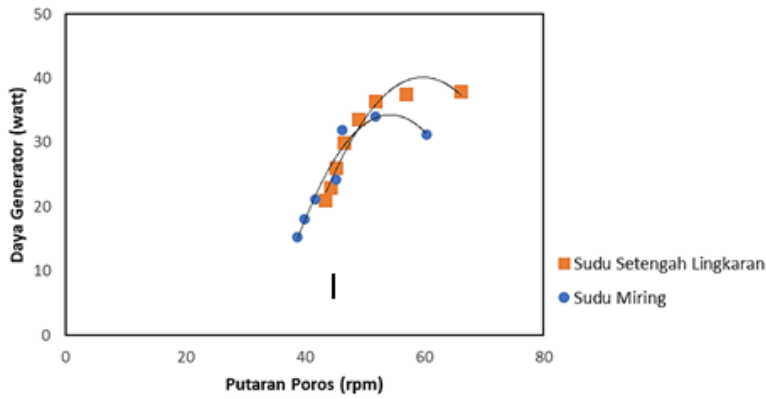


Gambar 3. Grafik efisiensi kincir air dengan putaran kincir pada jumlah sudu 8



Gambar 4. Grafik Daya dengan putaran kincir pada jumlah sudu 8

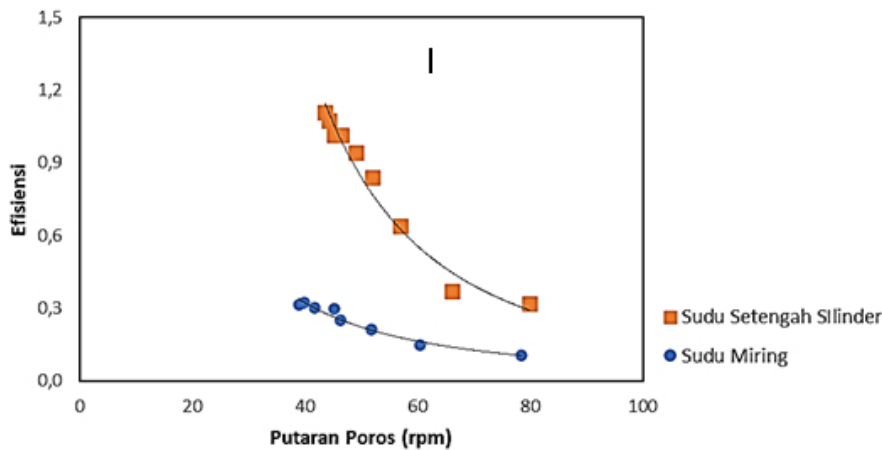
Gambar 5. grafik daya dibandingkan dengan putaran kincir pada sudu 16. Dari hasil perhitungan yang dilakukan nilai daya tertinggi pada sudu setengah silinder didapatkan pada putaran sebesar 66,2 rpm yang mencapai 37,95 Watt. Sedangkan untuk sudu miring, daya tertinggi mencapai 34,05 Watt pada putaran 51,8 rpm.



Gambar 5. Grafik daya dengan putaran kincir pada jumlah sudu 16

Comment [YK2]: Perbaiki tampilan grafik

Gambar 6. grafik efisiensi dibandingkan dengan putaran kincir pada sudu 16. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, nilai efisiensi tertinggi mencapai 1,1 dengan putaran kincir 43,6 rpm pada sudu setengah silinder. Sedangkan efisiensi terendah mencapai 0,32 pada putaran 79,9 rpm. Untuk sudu miring, nilai efisiensi tertinggi mencapai 0,32 pada putaran 39,9 rpm. Sedangkan nilai efisiensi terendah mencapai 0,1 pada putaran 78,5 rpm .

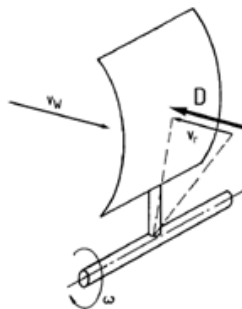


Gambar 6. Grafik Efisiensi Kincir air dengan putaran kincir pada jumlah sudu 16

Comment [YK3]: Perbaiki tampilan grafik

Pengaruh Penggunaan Bentuk Sudu

Penggunaan bentuk sudu setengah silinder pada kincir air undershot secara keseluruhan dapat menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan pada penggunaan bentuk sudu miring pada jumlah sudu 16 dan 8. Hal ini dapat disebabkan penggunaan bentuk sudu setengah silinder dapat mengurangi torsi negatif yang terjadi pada kincir air yang diakibatkan oleh gaya hambat air di belakang sudu. Torsi negatif yang terjadi pada belakang sudu dapat mengurangi daya dari tumbukan air pada sudu karena arahnya berlawanan dengan putaran kincir [12].



Gambar 7. Ilustrasi gaya drag yang terjadi pada sudu setengah silinder [13]

Pengaruh Jumlah Sudu Pada Kincir

Kinerja kincir air dapat diamati dari hasil perhitungan yang ditampilkan dalam bentuk grafik di atas. Efisiensi dan daya yang lebih baik dihasilkan pada penggunaan jumlah sudu 16 pada sudu miring dibandingkan dengan jumlah sudu 8. Demikian juga pada penggunaan sudu setengah silinder. Secara keseluruhan, penggunaan sudu setengah silinder pada 16 buah sudu menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih baik. Hal ini dapat disebabkan karena pada penggunaan sudu 16 dapat menghasilkan putaran kincir lebih tinggi dari pada penggunaan sudu 8. Putaran kincir yang tinggi sangat penting dihasilkan untuk memudahkan mencapai putaran yang dibutuhkan generator untuk menghasilkan daya [14]. Namun, pada penggunaan sudu 8 dapat menghasilkan efisiensi yang lebih stabil pada setiap putaran karena masukan energi dari aliran air yang tidak stabil yang tidak selalu menghantam sudu kincir. Masukan daya dari aliran air yang tidak stabil sering terjadi pada picohidro dan mikrohidro [15].

Faktor pemilihan desain juga berpengaruh pada efisiensi yang dihasilkan dari kincir air undershot. Pemilihan material yang menggunakan besi juga dapat mempengaruhi karena berat yang dihasilkan oleh kincir. Semakin berat sebuah kincir, maka semakin besar momen inersia dari kincir [16]. Momen inersia merupakan sifat dari suatu benda untuk mempertahankan posisinya semula sebelum diberi gaya dalam gerak rotasi [17].

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah dari sudu yang digunakan oleh kincir undershot. Semakin sedikit penggunaan jumlah sudu dapat menghasilkan daya yang lebih rendah, namun memiliki masukan daya yang tidak stabil. Daya tertinggi dihasilkan kincir air dengan sudu setengah silinder dengan 16 buah sudu.

Bentuk sudu yang digunakan pada kincir air undershot juga dapat mempengaruhi performa yang dihasilkan kincir. Bentuk sudu setengah silinder merupakan bentuk yang lebih baik dibandingkan dengan sudu miring. Performa terbaik dicapai oleh kincir air sudu setengah silinder.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] C. Samekto and E. S. Winata, "Potensi Sumber Daya Air di Indonesia 1," no. 7, pp. 1–20, 2016.
- [3] C. B. K. Sampurno, A. T. Setiono, I. Maulita, Y. Ito, and A. Obiyasi, "Rancang Bangun Pompa Hydram DI Desa Karangtalun, Purbalingga," *Perwira J. Community Dev.*, vol. 3, no. 1, pp. 15–18, 2023.
- [4] B. A. Nasir, "Design of High Efficiency Cross-Flow Turbine for Hydro-Power Plant," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 308–311, 2013.
- [5] J. A. Razak, Y. Ali, M. A. Alghoul, M. Said Zainol, A. Zaharim, and K. Sopian, "Application of Crossflow Turbine in Off-Grid Pico Hydro Renewable Energy System," *Proceeding Am. -*

Comment [YK4]: Daftar pustaka belum sesuai dengan template

Math, no. January, pp. 519–526, 2010.

- [6] D. P. Sari, Helmizar, I. Syofii, Darlius, and D. Adanta, “The effect of the ratio of wheel tangential velocity and upstream water velocity on the performance of undershot waterwheels,” *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 65, no. 2, pp. 170–177, 2020.
- [7] A. Rahman and Kimin, “Pengaruh debit air terhadap kinerja kincir air,” *J. Din.*, vol. 2, no. 12, pp. 76–79, 2018.
- [8] G. Müller and K. Kauppert, “Performance characteristics of water wheels,” *J. Hydraul. Res.*, vol. 42, no. 5, pp. 451–460, 2004.
- [9] S. Paudel, N. Linton, U. C. E. Zanke, and N. Saenger, “Experimental investigation on the effect of channel width on flexible rubber blade water wheel performance,” *Renew. Energy*, vol. 52, pp. 1–7, 2013.
- [10] I. L. K. Wong, A. Buku, J. E. Latupeirissa, and H. C. P. Tiwouy, “Performance of Undershot Waterwheel Curved Blade of the Laboratory Scale,” *Mater. Sci. Forum*, vol. 967, pp. 250–255, 2019.
- [11] Wariito, D. Adanta, S. A. Arifianto, S. B. S. Nasution, and Budiarmo, “Effect of Blades Number on Undershot Waterwheel Performance with Variable Inlet Velocity,” in *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST)*, pp. 1–6, 2018.
- [12] D. Kodirov and O. Tursunov, “Calculation of Water Wheel Design Parameters for Micro Hydroelectric Power Station,” *E3S Web Conf.*, vol. 97, 2019.
- [13] E. Hau, *Wind Turbines : Fundamentals, Technologies, Application, Economics*, 2nd edition. Germany: Springer, 2006.
- [14] D. Adanta, M. Agil Fadhel Kurnianto, Warjito, S. B. S. Nasution, and Budiarmo, “Effect of the number of blades on undershot waterwheel performance for straight blades,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 431, no. 1, 2020.
- [15] E. Quaranta and G. Müller, “Optimization of undershot water wheels in very low and variable flow rate applications,” *J. Hydraul. Res.*, vol. 58, no. 5, pp. 845–849, 2020.
- [16] C. B. K. Sampurno, D. D. Dwi Prija Tjahjana, and S. Hadi, “The use of phase shift angle (PSA) on double stage savonius wind rotor with three points configuration semi-elliptical blade shape,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 345, no. 1, 2019.
- [17] P. L. Viollet, “From the water wheel to turbines and hydroelectricity. Technological evolution and revolutions,” *Comptes Rendus - Mec.*, vol. 345, no. 8, pp. 570–580, 2017.

**VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP BENTUK SUDU MIRING
DAN SETENGAH SILINDER PADA PERFORMA KINCIR AIR
UNDERSHOT**

Diterima: xx bulan 202x Direvisi: xx bulan 202x Disetujui: xx bulan 202x Terbit online: xx bulan 202x

ABSTRAK

Dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia telah memanfaatkan sumber daya yang sudah disediakan oleh alam. Sumber daya energi merupakan salah satu dari sumber daya alam yang turut serta berperan dalam kesejahteraan masyarakat. Sumber daya energi ini terbagi menjadi dua, yaitu sumber energi terbarukan dan sumber energi tak terbarukan. Kincir air merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah salah satu sumber daya energi terbarukan. Penggunaan kincir air merupakan salah satu pemanfaatan energi air menjadi pembangkit listrik mikrohidro (PLTMH). Namun tidak semua kincir air dapat dimanfaatkan pada head rendah dan debit yang besar. Kincir air undershot memiliki konstruksi sederhana, dapat dimanfaatkan pada head rendah dan debit kecil namun memiliki efisiensi yang rendah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui performa terbaik dari penggunaan jumlah sudu dan penggunaan bentuk sudu dari kincir air undershot. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa performa terbaik dicapai pada penggunaan jumlah sudu setengah silinder dan jumlah sudu 16 buah sudu. Penggunaan bentuk sudu setengah silinder dapat mengurangi gaya hambat yang disebabkan air yang berada di bagian belakang sudu yang mengurangi gaya dorong hasil tumbukan air dengan bagian depan sudu.

Kata kunci: undershot; sudu miring; sudu setengah silinder; unjuk kerja kincir air

ABSTRACT

In an effort to meet the needs of life, humans have utilized the resources provided by nature. Energy resources are one of the natural resources that participate in the welfare of society. These energy resources are divided into two, namely renewable energy sources and non-renewable energy sources. Waterwheel is one of the technologies that can be used to process one of the renewable energy resources. The use of waterwheels is one of the uses of water energy into microhydro power plants (PLTMH). However, not all waterwheels can be used at low heads and large discharges. Undershot waterwheel has simple construction, can be utilized at low head and small discharge but has low efficiency. The purpose of this study was to determine the best performance from the use of the number of blades and the use of the blade shape of the undershot waterwheel. From the results of the study, it was found that the best performance was achieved in the use of the number of semi-cylindrical spoons and the number of 16 spoons. The use of a semi-cylindrical blade shape can reduce the drag caused by water at the back of the blade which reduces the thrust resulting from the collision of water with the front of the blade.

Keywords: undershot; tilted blades; half-cylinder blades; Waterwheel Performance

1. PENDAHULUAN

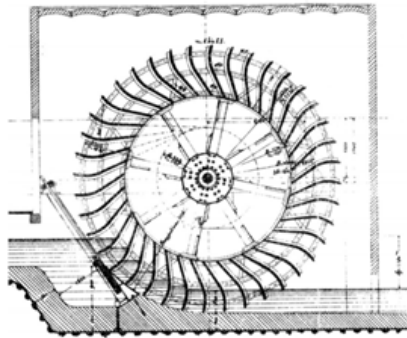
Air adalah salah satu dari energi terbarukan yang relatif mudah didapat di negara Indonesia dan tidak memberikan dampak yang mencemari lingkungan. Di Indonesia sendiri ketersediaan air yang dapat digunakan sangat melimpah hingga 694 milyar/m³ per tahun [1]. Tetapi dari jumlah tersebut

Commented [WU1]: STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI JUMLAH SUDU DAN BENTUK SUDU TERHADAP PERFORMA KINCIR AIR *UNDERSHOT*

Commented [WU2]: Penggunaan kubik

yang telah dimanfaatkan hanya sebesar 23% dan hanya sekitar 80% yang dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi [2]. Air yang mengalir seperti pada aliran sungai dan saluran air, dapat menjadi sumber energi hidrokinetik yang dapat digunakan untuk menggerakkan pompa hydram [3] atau menggerakkan sudu turbin bila kecepatan air mengalir mencukupi [4]. Pada umumnya, energi tersebut di ubah menjadi energi listrik dengan menggunakan generator atau menjadi energi mekanik untuk menggerakkan poros tanpa menyita air [5]. Aliran air yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik adalah aliran dengan debit yang besar, sedangkan aliran air dengan debit kecil masih belum dimanfaatkan dengan baik .

Salah satu teknologi untuk mengkonversi energi yang terdapat dalam air mengalir adalah kincir air. Kincir air merupakan alat untuk mengubah sebagian energi dalam aliran air menjadi energi mekanik [6]. Menurut tipenya kincir air dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu kincir air breastshot, kincir air Overshot, dan kincir air Undershot [7].



Gambar 1. Kincir air undershot [8]

Kincir air undershot merupakan salah satu dari teknologi kincir air yang pemanfaatannya sudah ada sejak abad ke 18. Kincir air jenis ini memiliki kelebihan yaitu lebih ekonomis dan konstruksinya yang lebih sederhana dibandingkan jenis kincir air yang lain karena air yang menjadi sumber penggerak terletak di bagian bawah kincir sehingga dapat dipasang di manapun ada air mengalir [9]. Namun, kincir air undershot juga memiliki kekurangan yaitu efisiensinya yang kecil (25%-70%) dan daya yang dihasilkan juga lebih rendah dibandingkan dengan teknologi kincir air yang lain. Besarnya efisiensi dan daya yang dihasilkan kincir, bergantung pada head dan debit air yang tersedia [10].

Kincir air undershot berputar apabila air yang mengalir mengenai sudu di bagian bawah kincir [11]. Putaran pada poros kincir ini kemudian disalurkan menuju generator dengan menggunakan transmisi sehingga generator dapat merubah energi mekanik yang dihasilkan kincir air menjadi energi listrik yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk menyalakan peralatan listrik. Kincir air jenis ini sangat cocok apabila digunakan di daerah yang memiliki perairan dangkal dengan head yang rendah.

Penelitian ini menggunakan kincir air tipe undershot dengan jumlah sudu yang digunakan sebanyak 8 dan 16 buah sudu dan bentuk sudu yang digunakan miring dan setengah silinder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa terbaik dari kincir air undershot berdasarkan bentuk dan jumlah sudu yang digunakan.

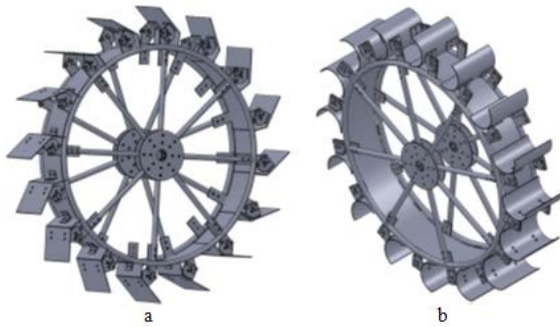
2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengujian eksperimen langsung pada objek yang diteliti. Setelah proses pembuatan kincir beserta komponen pendukung, kemudian dilakukan pemasangan seluruh peralatan yang dibutuhkan dalam pengambilan data, dan dilanjutkan untuk pengambilan data. Tahapan untuk pengambilan data sebagai berikut :

- Mengatur debit aliran air sesuai dengan yang direncanakan.
- Mengukur kecepatan putar poros pada generator dengan beban lampu yang diberikan secara bertahap

Commented [WU3]: Masuk dalam cakupan metode penelitian

Commented [WU4]: Cantumkan Variabel debit dan head yang digunakan dalam penelitian, sehingga diketahui Daya available



Gambar 2. kincir air undershot, a) sudu miring, b) sudu setengah silinder.

Data yang diambil berupa tegangan dan arus listrik, beban torsi, dan putaran pada generator. Kinerja kincir air dapat ditinjau dengan menggunakan beberapa persamaan perhitungan berikut :

a. Daya yang tersedia akibat ketinggian dan kapasitas air

$$P_{\text{air}} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \quad (1)$$

P : daya yang yang terdapat pada air

ρ : densitas air (kg/m^3)

Q : debit aliran (m^3/s)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

h : head (m)

b. Daya yang dihasilkan kincir air akibat dorongan dari air yang mengalir.

$$P = ((F - F_d) \cdot r) \left(\frac{\pi \cdot n}{30} \right) \quad (2)$$

r : jari – jari kincir air (m)

n : putaran dari kincir air (rpm)

F : gaya dorong pada kincir air (kg)

$$F = \rho A v^2 \quad (3)$$

F_d : gaya yang menghambat sudu di belakang (kg)

$$C_d = \frac{2F_d}{\rho v^2 A} \quad (4)$$

Efisiensi kincir air merupakan perbandingan daya yang dihasilkan kincir dengan daya yang tersedia pada air.

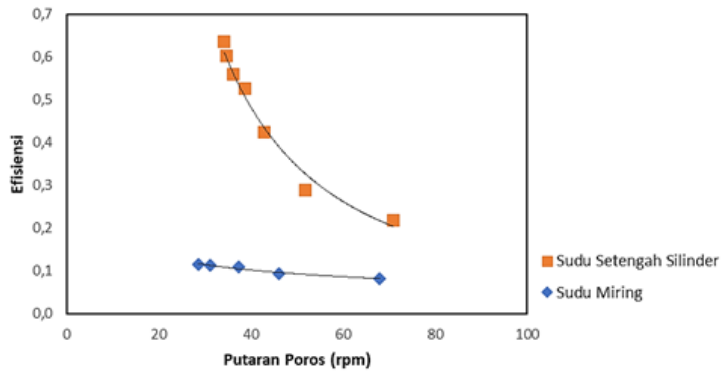
$$\eta = \frac{P}{P_{\text{air}}} 100\% \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

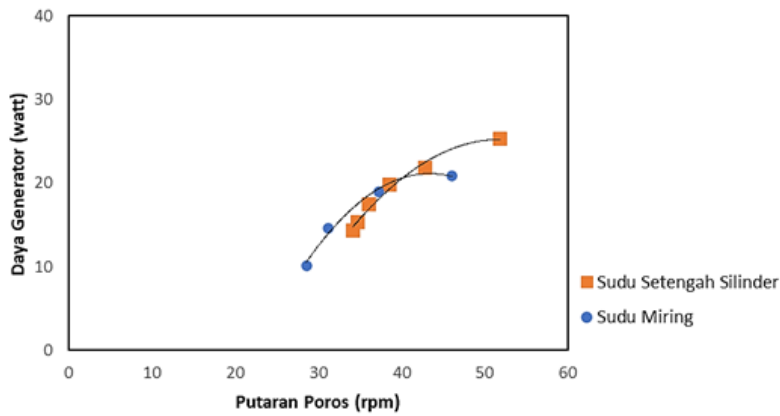
Data yang didapatkan dari hasil pengujian, kemudian data tersebut diolah dalam bentuk grafik sebagai berikut.

Gambar 3. menunjukkan hasil pengujian kincir air dengan sudu setengah silinder dan sudu miring dengan jumlah sudu 8 buah. Dari hasil pengujian didapatkan efisiensi kincir sudu setengah silinder tertinggi sebesar 0,64 yang diperoleh pada putaran 34,2 rpm. Sedangkan efisiensi terendah sebesar 0,22 pada putaran 70,9 rpm. Pada kincir dengan sudu miring, efisiensi tertinggi mencapai 0,12 pada putaran 28,6 rpm. Sedangkan efisiensi terendah mencapai 0,08 pada putaran 67,9 rpm.

Gambar 4. Menampilkan hubungan daya yang dihasilkan kincir 8 sudu dengan putaran kincir. Pada putaran sebesar 51,9 rpm, kincir dengan sudu setengah silinder menghasilkan daya tertinggi sebesar 25,3 Watt. Sedangkan daya terendah sebesar 14,29 dicapai pada putaran 34,2 rpm. Kincir air dengan sudu miring menghasilkan daya tertinggi sebesar 20,87 Watt pada putaran 46,1 rpm. Daya terendah yang dihasilkan kincir sudu miring mencapai 10,11 Watt pada putaran 28,6 rpm.

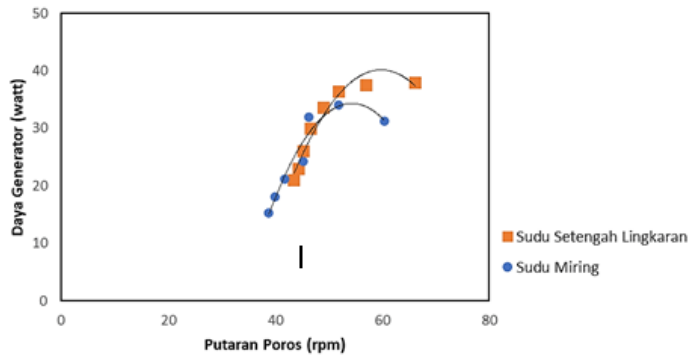


Gambar 3. Grafik efisiensi kincir air dengan putaran kincir pada jumlah sudu 8



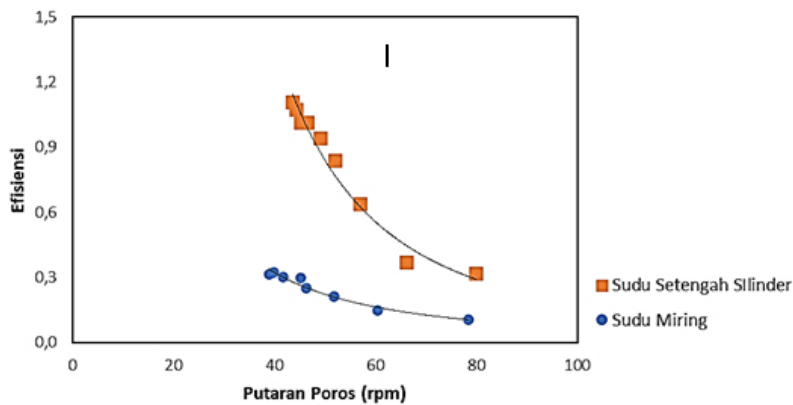
Gambar 4. Grafik Daya dengan putaran kincir pada jumlah sudu 8

Gambar 5. grafik daya dibandingkan dengan putaran kincir pada sudu 16. Dari hasil perhitungan yang dilakukan nilai daya tertinggi pada sudu setengah silinder didapatkan pada putaran sebesar 66,2 rpm yang mencapai 37,95 Watt. Sedangkan untuk sudu miring, daya tertinggi mencapai 34,05 Watt pada putaran 51,8 rpm.



Gambar 5. Grafik daya dengan putaran kincir pada jumlah sudu 16

Gambar 6. grafik efisiensi dibandingkan dengan putaran kincir pada sudu 16. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, nilai efisiensi tertinggi mencapai 1,1 dengan putaran kincir 43,6 rpm pada sudu setengah silinder. Sedangkan efisiensi terendah mencapai 0,32 pada putaran 79,9 rpm. Untuk sudu miring, nilai efisiensi tertinggi mencapai 0,32 pada putaran 39,9 rpm. Sedangkan nilai efisiensi terendah mencapai 0,1 pada putaran 78,5 rpm .

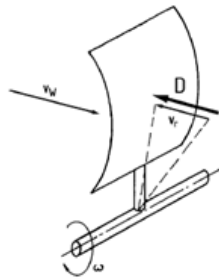


Gambar 6. Grafik Efisiensi Kincir air dengan putaran kincir pada jumlah sudu 16

Pengaruh Penggunaan Bentuk Sudu

Penggunaan bentuk sudu setengah silinder pada kincir air undershot secara keseluruhan dapat menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan pada penggunaan bentuk sudu miring pada jumlah sudu 16 dan 8. Hal ini dapat disebabkan penggunaan bentuk sudu setengah silinder dapat mengurangi torsi negatif yang terjadi pada kincir air yang diakibatkan oleh gaya hambat air di belakang sudu. Torsi negatif yang terjadi pada belakang sudu dapat mengurangi daya dari tumbukan air pada sudu karena arahnya berlawanan dengan putaran kincir [12].

Commented [WU5]: Hasil penelitian dan pembahasan dijadikan satu dalam sub-bab



Gambar 7. Ilustrasi gaya drag yang terjadi pada sudu setengah silinder [13]

Pengaruh Jumlah Sudu Pada Kincir

Kinerja kincir air dapat diamati dari hasil perhitungan yang ditampilkan dalam bentuk grafik di atas. Efisiensi dan daya yang lebih baik dihasilkan pada penggunaan jumlah sudu 16 pada sudu miring dibandingkan dengan jumlah sudu 8. Demikian juga pada penggunaan sudu setengah silinder. Secara keseluruhan, penggunaan sudu setengah silinder pada 16 buah sudu menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih baik. Hal ini dapat disebabkan karena pada penggunaan sudu 16 dapat menghasilkan putaran kincir lebih tinggi dari pada penggunaan sudu 8. Putaran kincir yang tinggi sangat penting dihasilkan untuk memudahkan mencapai putaran yang dibutuhkan generator untuk menghasilkan daya [14]. Namun, pada penggunaan sudu 8 dapat menghasilkan efisiensi yang lebih stabil pada setiap putaran karena masukan energi dari aliran air yang tidak stabil yang tidak selalu menghantam sudu kincir. Masukan daya dari aliran air yang tidak stabil sering terjadi pada picohidro dan mikrohidro [15].

Faktor pemilihan desain juga berpengaruh pada efisiensi yang dihasilkan dari kincir air undershot. Pemilihan material yang menggunakan besi juga dapat mempengaruhi karena berat yang dihasilkan oleh kincir. Semakin berat sebuah kincir, maka semakin besar momen inersia dari kincir [16]. Momen inersia merupakan sifat dari suatu benda untuk mempertahankan posisinya semula sebelum diberi gaya dalam gerak rotasi [17].

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah dari sudu yang digunakan oleh kincir undershot. Semakin sedikit penggunaan jumlah sudu dapat menghasilkan daya yang lebih rendah, namun memiliki masukan daya yang tidak stabil. Daya tertinggi dihasilkan kincir air dengan sudu setengah silinder dengan 16 buah sudu.

Bentuk sudu yang digunakan pada kincir air undershot juga dapat mempengaruhi performa yang dihasilkan kincir. Bentuk sudu setengah silinder merupakan bentuk yang lebih baik dibandingkan dengan sudu miring. Performa terbaik dicapai oleh kincir air sudu setengah silinder.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Boli, A. Mahsud, 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.
- [2] C. Samekto and E. S. Winata, "Potensi Sumber Daya Air di Indonesia 1," no. 7, pp. 1–20, 2016.
- [3] C. B. K. Sampurno, A. T. Setiono, I. Maulita, Y. Ito, and A. Obiyasi, "Rancang Bangun Pompa Hydram DI Desa Karangtalun, Purbalingga," *Perwira J. Community Dev.*, vol. 3, no. 1, pp. 15–18, 2023.
- [4] B. A. Nasir, "Design of High Efficiency Cross-Flow Turbine for Hydro-Power Plant," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 308–311, 2013.
- [5] J. A. Razak, Y. Ali, M. A. Alghoul, M. Said Zainol, A. Zaharim, and K. Sopian, "Application of Crossflow Turbine in Off-Grid Pico Hydro Renewable Energy System," *Proceeding Am. -*

Commented [WU6]: Hasil penelitian dan pembahasan dijadikan satu dalam sub-bab

Commented [WU7]: Dijadikan satu paragraf

Commented [WU8]: Sesuaikan dengan template

Math, no. January, pp. 519–526, 2010.

- [6] D. P. Sari, Helmizar, I. Syofii, Darlius, and D. Adanta, “The effect of the ratio of wheel tangential velocity and upstream water velocity on the performance of undershot waterwheels,” *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 65, no. 2, pp. 170–177, 2020.
- [7] A. Rahman and Kimin, “Pengaruh debit air terhadap kinerja kincir air,” *J. Din.*, vol. 2, no. 12, pp. 76–79, 2018.
- [8] G. Müller and K. Kauppert, “Performance characteristics of water wheels,” *J. Hydraul. Res.*, vol. 42, no. 5, pp. 451–460, 2004.
- [9] S. Paudel, N. Linton, U. C. E. Zanke, and N. Saenger, “Experimental investigation on the effect of channel width on flexible rubber blade water wheel performance,” *Renew. Energy*, vol. 52, pp. 1–7, 2013.
- [10] I. L. K. Wong, A. Buku, J. E. Latupeirissa, and H. C. P. Tiwouy, “Performance of Undershot Waterwheel Curved Blade of the Laboratory Scale,” *Mater. Sci. Forum*, vol. 967, pp. 250–255, 2019.
- [11] Wariito, D. Adanta, S. A. Arifianto, S. B. S. Nasution, and Budiarmo, “Effect of Blades Number on Undershot Waterwheel Performance with Variable Inlet Velocity,” in *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST)*, pp. 1–6, 2018.
- [12] D. Kodirov and O. Tursunov, “Calculation of Water Wheel Design Parameters for Micro Hydroelectric Power Station,” *E3S Web Conf.*, vol. 97, 2019.
- [13] E. Hau, *Wind Turbines : Fundamentals, Technologies, Application, Economics*, 2nd editio. Germany: Springer, 2006.
- [14] D. Adanta, M. Agil Fadhel Kurnianto, Warjito, S. B. S. Nasution, and Budiarmo, “Effect of the number of blades on undershot waterwheel performance for straight blades,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 431, no. 1, 2020.
- [15] E. Quaranta and G. Müller, “Optimization of undershot water wheels in very low and variable flow rate applications,” *J. Hydraul. Res.*, vol. 58, no. 5, pp. 845–849, 2020.
- [16] C. B. K. Sampurno, D. D. Dwi Prija Tjahjana, and S. Hadi, “The use of phase shift angle (PSA) on double stage savonius wind rotor with three points configuration semi-elliptical blade shape,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 345, no. 1, 2019.
- [17] P. L. Viollet, “From the water wheel to turbines and hydroelectricity. Technological evolution and revolutions,” *Comptes Rendus - Mec.*, vol. 345, no. 8, pp. 570–580, 2017.

3. Artikel diterima untuk publish di Jurnal Foundry (15 Juli 2023)

[JURNAL FOUNDRY] Editor Decision

akhmad nurdin <akhmadnurdin.89@gmail.com>

15 Juli 2023 pukul 10.35

Kepada: Carolus Borromeus Krishna Sampurno <krisnasampurno@gmail.com>, Yunus Ari Rokhim
<carolus@unperba.ac.id>

Carolus Borromeus Krishna Sampurno, Yunus Ari Rokhim, Afif Hendri Putranto, Victor Bintang Panunggul, Retno Pangestu (Author):

We have reached a decision regarding your submission to JURNAL FOUNDRY, "VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP BENTUK SUDU MIRING DAN SETENGAH SILINDER PADA PERFORMA KINCIR AIR UNDERSHOT".

Our decision is to: Accept Submission

akhmad nurdin
politeknik manufaktur ceper
akhmadnurdin.89@gmail.com

JURNAL FOUNDRY
