

Optimalisasi Kinerja Archimedes Screw Menggunakan Sistem Transmisi Terhadap Output Daya (Watt)

Fikri¹, Dedy Ramdhani¹, Hasdiansah^{1*}

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : phianntarah@yahoo.co.id

Received: 17 Juli 2023; Received in revised form: 7 Agustus 2023; Accepted: 12 Agustus 2023

Abstract

Water energy sources at low head and discharge can be utilized as a generator of electrical energy, one of which is by using the Archimedes screw turbine, the Screw turbine is used in Pico Hydro Power Plants (PLPTH) as a small-scale power plant by utilizing water energy from river flow. The purpose of this research is to optimize the performance of the Archimedes screw turbine Pico Hydro Power Plant to produce a better power output. In this study the authors designed an Archimedes screw turbine model with a screw angle of 28°, 5 blade type screw, and 40° turbine tilt. This study focuses on a transmission system using a belt and pulley ratio of 1:3, with two levels of transmission, and a turbine tilt angle of 40°. The method used in this study is the experimental method. As a result, after trials were carried out on a stream located in the Sungailiat Archipelago Fishing Port area, the highest turbine rotation value was 146 rpm and generator rotation 756 rpm, resulting in a power output of 8 watts within 45 minutes of the trial period in the field. This means that after modifying the Archimedes screw turbine with the transmission system and the turbine tilt angle of 40°, the resulting power output increases.

Keywords: Archimedes screw; PLPTH; Power output; Transmission system; Water energy.

Abstrak

Sumber energi air pada *head* dan debit rendah dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik, salah satunya dengan menggunakan turbin Archimedes screw, turbin Screw digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro (PLPTH) sebagai pembangkit listrik berskala kecil dengan memanfaatkan energi air dari aliran sungai. Tujuan penelitian ini untuk mengoptimalkan kinerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro turbin Archimedes screw sehingga menghasilkan *output* daya yang lebih baik. Pada penelitian ini penulis merancang model turbin archimedes screw dengan sudut ulir 28°, ulir tipe bilah 5, dan kemiringan turbin 40°. Penelitian ini memfokuskan pada sistem transmisi memakai *belt* dan *pulley* rasio 1:3, dengan dua tingkatan transmisi, dan sudut kemiringan turbin 40°. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Hasilnya setelah dilakukan uji coba di aliran air yang terletak di lingkungan Nelayan dua Sungailiat didapatkan nilai putaran turbin tertinggi sebesar 146 rpm dan putaran generator 756 rpm, menghasilkan *output* daya senilai 8-watt dalam waktu 45 menit masa uji coba dilapangan. Artinya turbin Archimedes screw setelah dilakukan modifikasi dengan sistem transmisi dan sudut kemiringan turbin 40° mengalami peningkatan *output* daya yang dihasilkan.

Kata kunci: Archimedes screw; Energi air; Output daya; PLPTH; Sistem transmisi.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam terbarukan yang cukup banyak untuk dimanfaatkan salah satunya energi air. Namun potensi ini masih kurang optimal pemanfaatannya dikarenakan keterbatasan sumber daya manusia dalam mengelola energi yang ada. Pada debit dan *head* sedang hingga tinggi saat ini menggunakan turbin kaplan, pelton, *crossflow* dan turbin

francis. Sedangkan debit dan *head* rendah masih kurang dimanfaatkan, padahal di Indonesia potensinya sangat besar, sehingga potensi energi air dengan *head* rendah ini perlu dikembangkan untuk pemanfaatan pembangkit listrik [1][2]. Untuk dapat mengkonversi energi air tersebut diperlukan turbin khusus salah satunya turbin air tipe archimedes screw. Turbin air tipe archimedes screw merupakan tipe

turbin air yang sangat cocok untuk pembangkit listrik pada sungai-sungai di wilayah Indonesia dikarenakan turbin ini cukup dengan *head* turbin yang rendah untuk pengoprasiaannya. Pemanfaatan sumber energi air sebagai sumber energi terbarukan pada umumnya membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Namun untuk skala kecil dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi terbarukan, hal tersebut bisa terlaksana dengan menggunakan turbin air archimedes screw [3].

Tahun 2021 sudah pernah dibuat rancang bangun pembangkit listrik tenaga piko hidro menggunakan turbin archimedes screw. Namun setelah dilakukan uji coba terdapat permasalahan pada sistem transmisi sehingga daya yang dihasilkan kurang maksimal. Dari permasalahan tersebut penulis tertarik untuk mengangkat topik, yang mana akan membahas optimalisasi turbin archimedes screw sebagai pembangkit listrik tenaga piko hidro [4].

Penelitian mengenai PLTPH dengan turbin archimedes screw sudah banyak dilakukan, beberapa penelitian yang dilakukan secara eksperimental untuk menemukan hubungan antara pengaruh beberapa variabel kinerja turbin, seperti pengaruh kemiringan turbin, pengaruh sudut ulir dan *pitch* ulir dalam menentukan kecepatan putar yang dihasilkan turbin. Pada

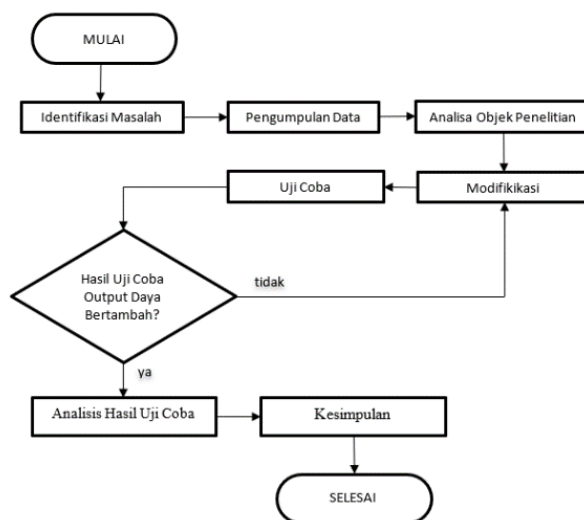
penelitian ini penulis merancang model turbin archimedes screw dengan sudut ulir 28° , ulir tipe bilah 4, dan kemiringan turbin 40° [5] [6]. Pemilihan turbin tersebut berdasarkan dari penelitian terdahulu, dimana sudut ulir dengan kemiringan 28° dan kemiringan turbin 40° menghasilkan performa yang terbaik [7] [8] [9]. Pada PLTPH ini juga menggunakan sistem transmisi timing *belt* untuk mempercepat putaran dari turbin ke generator sehingga akan memaksimalkan *output* daya yang dihasilkan.

Dengan rancangan PLTPH ini diharapkan akan menghasilkan *output* daya yang lebih baik, sehingga PLTPH ini dapat dikembangkan dan digunakan untuk alternatif pembangkit listrik.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode eksperimental. Penelitian dilakukan pada aliran air yang berpotensi untuk menggerakkan turbin. Uji coba kerja turbin dilakukan pada aliran air di dekat aliran air yang terletak di Lingkungan Nelayan Dua Sungailiat, Provinsi Kep. Bangka Belitung. Penelitian dilakukan secara alamiah berdasarkan aliran air yang terjadi di lapangan.

Diagram alir pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



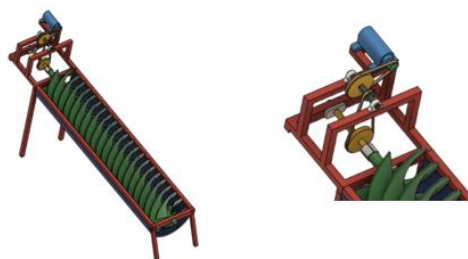
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Turbin didesain menggunakan *software* gambar dengan mempertimbangkan berbagai aspek,

parameter desain turbin dapat dilihat pada Tabel 1 [10] dan Gambar 2.

Tabel 1. Parameter PLTPH

| Parameter | Nilai | Satuan |
|-----------------------|-------|-----------|
| Sudut turbin | 40 | Derajat |
| Diameter turbin | 220 | Milimeter |
| Diameter poros turbin | 54 | Milimeter |
| Panjang turbin | 1,42 | Meter |
| Pitch turbin | 176 | Milimeter |



Gambar 2. Konstruksi PLTPH

Prinsip kerja PLTMH adalah air mengalir masuk ke dalam tabung ulir. Perbedaan ketinggian yang terjadi antara hulu dan hilir akan menimbulkan gaya tekan yang mendorong dinding ulir untuk menghasilkan putaran rotor pada generator [11]. Modifikasi ditambahkan transmisi *pulley* dan *belt* untuk mentransmisikan putaran rotasi turbin menuju poros generator dengan perbandingan 1:3. Selain itu sudut kemiringan ditingkatkan menjadi 40°. Uji coba dilakukan untuk melihat kinerja dari seluruh komponen yang telah dilakukan modifikasi dan selanjutnya didapatkan data dari hasil uji coba yakni putaran turbin, putaran generator, *output* tegangan, *output*

arus, dan *output* daya. Putaran turbin dan generator diukur menggunakan *tachometer*, sedangkan untuk *output* daya diukur menggunakan multimeter.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data putaran turbin kemiringan sudut turbin 32°, putaran turbin kemiringan sudut turbin 40°, putaran generator, tegangan tanpa transmisi, arus tanpa transmisi, daya tanpa transmisi, tegangan dengan transmisi, arus dengan transmisi, dan daya dengan transmisi yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

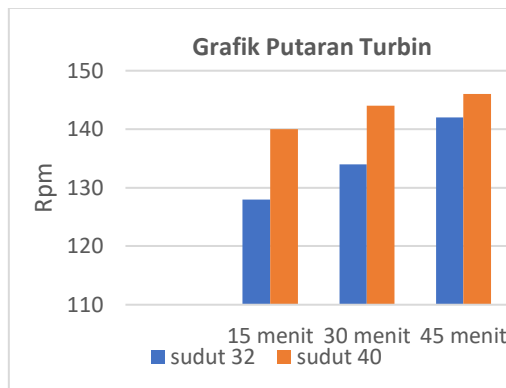
Tabel 2. Tabel data sebelum modifikasi

| Sudut kemiringan turbin (°) | Waktu (menit) | Putaran turbin (rpm) | Putaran generator (rpm) | Tegangan <i>output</i> (volt) | Arus <i>output</i> (ampere) | Daya <i>output</i> (watt) |
|-----------------------------|---------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 32 | 15 | 128 | 128 | 12.63 | 0.40 | 5.00 |
| | 30 | 134 | 134 | 12.98 | 0.41 | 5.28 |
| | 45 | 142 | 142 | 13.84 | 0.51 | 6.00 |

Tabel 3. Tabel data setelah modifikasi

| Sudut kemiringan turbin (°) | Waktu (menit) | Putaran turbin (rpm) | Putaran generator (rpm) | Tegangan <i>output</i> (volt) | Arus <i>output</i> (ampere) | Daya <i>output</i> (watt) |
|-----------------------------|---------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 40 | 15 | 140 | 722 | 15 | 0,5 | 7,5 |
| | 30 | 144 | 740 | 15,70 | 0,5 | 7,85 |
| | 45 | 146 | 756 | 16 | 0,5 | 8 |

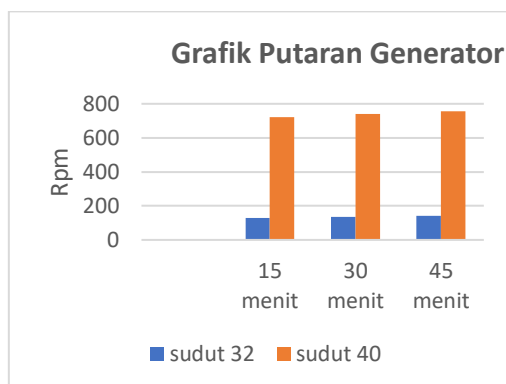
Grafik hasil pengukuran sudut kemiringan turbin terhadap putaran turbin dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Putaran Turbin

Grafik dari pengukuran turbin dapat dilihat pada Gambar 3 putaran turbin mengalami peningkatan, dimana pada putaran tertinggi turbin *archimedes screw* dengan sudut 32° sebesar 142 rpm dan pada

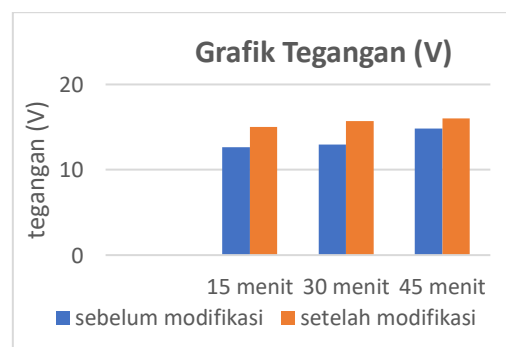
kemiringan turbin 40° putaran turbin didapatkan putaran tertinggi sebesar 146 rpm dengan waktu uji coba selama 45 menit.



Gambar 4. Grafik Putaran Generator

Dapat dilihat pada Gambar 4 putaran generator tanpa sistem transmisi dan sudut kemiringan turbin 32° didapatkan nilai putaran tertinggi yaitu 142 rpm, sedangkan nilai putaran yang dihasilkan dari PLTPH yang menggunakan sistem transmisi *pulley*

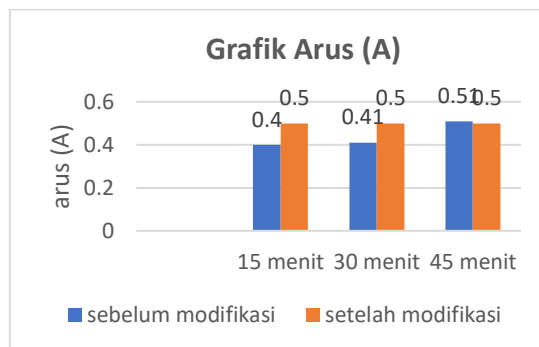
dan *belt* dengan sudut kemiringan turbin 40° yaitu nilai putaran terendah sebesar 722 rpm dan nilai putaran tertinggi yaitu 756 rpm dengan waktu uji coba selama 45 menit.



Gambar 5. Grafik Tegangan

Pada Gambar 5 dapat di lihat tegangan yang dihasilkan generator setelah dilakukan uji coba tegangan terbesar yang dihasilkan generator tanpa sistem transmisi dengan sudut kemiringan turbin 32° yaitu sebesar 13,84 Volt, sedangkan tegangan

yang dihasilkan generator yang menggunakan sistem transmisi *pulley* dan *belt* dengan sudut kemiringan turbin 40° lebih tinggi, yaitu menghasilkan tegangan terbesar yaitu 16 volt.



Gambar 6. Grafik Tegangan

Berdasarkan grafik tegangan di atas dapat di lihat bahwa arus yang dihasilkan tidak jauh berbeda. Tegangan arus terbesar tanpa sistem transmisi dengan sudut kemiringan turbin 32° yaitu sebesar 0,51 Ampere, sedangkan tegangan arus yang dihasilkan turbin yang menggunakan sistem transmisi dan sudut kemiringan turbin 40° yaitu menghasilkan tegangan terbesar yaitu

0,5 Ampere. Hal tersebut dipengaruhi perbedaan generator yang digunakan, pada turbin yang menggunakan transmisi, generator yang digunakan lebih kecil.

Uji coba yang telah dilakukan pada PLTPH dengan sudut kemiringan turbin 40° dan menggunakan sistem transmisi didapatkan hasil pada Tabel 4.

Tabel 4. Tegangan dan Arus yang Dihasilkan

| Waktu (menit) | Tegangan Output (V) | Arus Output (A) |
|---------------|---------------------|-----------------|
| 15 | 15 | 0,5 |
| 30 | 15,70 | 0,5 |
| 45 | 16 | 0,5 |

Dari tabel yang ada diatas maka dapat dilakukan perhitungan secara teori potensi *output* daya yang dihasilkan dari uji coba PLTPH yang telah dimodifikasi sebagai berikut [12]:

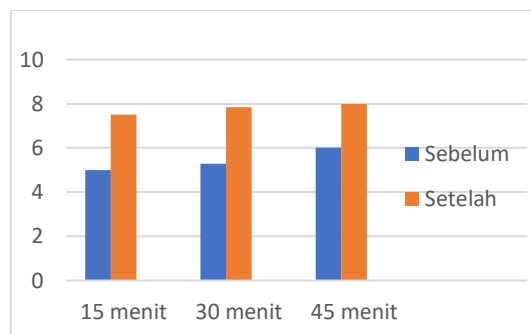
$$P = V \times I \dots\dots\dots (1)$$

dengan P adalah *output* daya (watt), V adalah tegangan *output* (volt), dan I = arus *output* (ampere). *Output* daya setelah 15 menit adalah 7,5 watt. *Output* daya setelah 30 menit adalah 7,85 watt. *Output* daya setelah 45 menit adalah 8 watt seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Rpm dan daya yang dihasilkan

| Waktu (menit) | Putaran generator (rpm) | Daya (watt) |
|---------------|-------------------------|-------------|
| 15 | 722 | 7,5 |
| 30 | 740 | 7,85 |
| 45 | 756 | 8 |

Gambar 7 merupakan grafik *output* daya yang dihasilkan sebelum modifikasi dan setelah modifikasi.



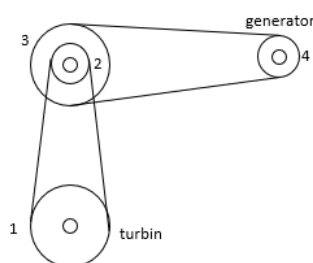
Gambar 7. Grafik Daya yang Dihasilkan

Berdasarkan data yang dihasilkan dari uji coba dapat dianalisa bahwa kemiringan sudut turbin *archimedes screw* memberikan pengaruh terhadap putaran turbin yang dihasilkan, dimana hal tersebut juga dapat mempengaruhi *output* daya yang dihasilkan.

Berdasarkan Gambar 3 hubungan sudut kemiringan turbin terhadap putaran turbin dengan variasi sudut turbin yang ditunjukkan pada gambar 4 dapat diketahui bahwa kecepatan putaran turbin dari sudut 32° ke sudut 40° meningkat, secara umum dapat dilihat bahwa putaran turbin akan semakin besar apabila sudut kemiringan turbin diperbesar [13]. Kecepatan putaran turbin yang dihasilkan pada sudut 40° lebih tinggi dikarenakan pada saat air yang masuk ke turbin, aliran air yang masuk mengenai titik paling aktif turbin dan

membuat putaran turbin lebih tinggi. Namun peningkatan kecepatan tidak begitu banyak, hal ini dikarenakan perbedaan kecepatan aliran air, karena eksperimen dilakukan secara alamiah sesuai kondisi air yang ada di lapangan. Pada sudut kemiringan turbin 40° putaran turbin tertinggi yaitu 146 rpm dalam waktu 45 menit, sedangkan sudut kemiringan turbin 32° menghasilkan putaran turbin tertinggi yaitu 142 rpm dalam waktu 45 menit.

Pada PLTPH ini menggunakan sistem transmisi untuk mempercepat putaran turbin ke generator. Sistem transmisi memakai *pulley* dan *belt* dengan perbandingan 1:3, dengan dua tingkatan transmisi. Adapun skema sistem transmisi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Skema Sistem Transmisi

Pada kelima tabel merupakan data yang didapatkan pada saat uji coba pembangkit listrik tenaga piko hidro dengan turbin *Archimedes screw* menggunakan sistem transmisi dan tidak menggunakan sistem transmisi.

Dapat dilihat pada kelima tabel terjadi perbedaan hasil putaran generator dengan

turbin, nilai daya generator dengan turbin menggunakan transmisi menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanpa transmisi, putaran generator dengan menggunakan sistem transmisi mendapatkan nilai putaran tertinggi 756 rpm selama 45 menit waktu percobaan, dengan hasil *output* tegangan sebesar 16,81 volt, hal

ini membuktikan sistem transmisi cukup mempengaruhi *output* daya yang dihasilkan turbin *archimedes screw*, pada penelitian ini transmisi berfungsi untuk meningkatkan kecepatan putaran dari poros turbin sehingga putaran rotor generator akan berputar lebih cepat dan menghasilkan *output* daya yang lebih besar.

4. SIMPULAN

Setelah melalui tahap perencanaan dan modifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) yang kemudian dilanjutkan dengan tahap uji coba, dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Sudut kemiringan turbin mempengaruhi kinerja turbin *archimedes screw*, kecepatan putaran yang dihasilkan turbin *archimedes screw* pada sudut 32° turbin menghasilkan putaran terbesar yaitu 142 rpm, sedangkan sudut 40° menghasilkan putaran turbin terbesar yaitu 146 rpm. Peningkatan kecepatan tidak begitu banyak, hal ini dikarenakan perbedaan kecepatan aliran air, karena eksperimen dilakukan secara alamiah sesuai kondisi air yang ada di lapangan, (2) Penggunaan transmisi *pulley* dan *belt* pada turbin *archimedes screw* menghasilkan putaran generator lebih tinggi. Tanpa menggunakan transmisi putaran generator yang dihasilkan sebesar 142 rpm, sedangkan turbin *archimedes screw* yang menggunakan transmisi menghasilkan putaran generator sebesar 756 rpm, (3) *Output* daya turbin *archimedes screw* yang dihasilkan setelah dimodifikasi mengalami peningkatan. *output* daya pada turbin *archimedes screw* sebelum dilakukan modifikasi menghasilkan rata-rata *output* daya sebesar 5,42 Watt. Sedangkan turbin *archimedes screw* setelah dilakukan modifikasi menghasilkan rata-rata *output* daya sebesar 7,78 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Prayogi, "Studi Eksperimental Kinerja Turbin Archimedes Screw Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan," dalam Laporan Tugas Akhir, Medan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2022.
- [2] A. A. Salam dan Mahmudin, "Karakteristik daya dan efisiensi turbin *archimedes screw* terhadap *head* konstan yang diuji pada saluran tertutup," J-Move, Jurnal Teknik Mesin FT-UMI, vol. 3, 2021.
- [3] H. Budi, A. Halim, Y. Sigit dan R. Hendi, "Penentuan dimensi sudut turbin dan sudut kemiringan poros turbin pada turbin ulir *archimedes*," Metal Indonesia, vol. 36, 2014.
- [4] Dherry, Hairul dan Medeline, "Rancang bangun pembangkit listrik tenaga piko hidro bilah lima dengan sistem pengontrolan inlet air dan monitoring berbasis IOT," dalam Laporan Tugas Akhir, Sungailiat, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021.
- [5] S. Malino, Mahmuiddin dan Sungkono, "Unjuk kerja turbin *archimedes screw* dengan variasi jumlah sudut," Move, Jurnal Teknik Mesin FT-UMI, vol. 3, 2021.
- [6] R. Ali, S. Muhammad dan S. Yasir, "Modeling of *archimedes* turbine for low *head* hydro power plant in simulink matlab," International journal of engineering research & technology, vol. 2, 2013.
- [7] Nurdin dan Aries, "Kajian teoritis uji kerja turbin *screw* pada *head* rendah," Jurnal SIMETRIS, vol. 9, pp. 789-790, 2018.
- [8] M. Abdulkadir, "Pengaruh sudut kemiringan terhadap kinerja turbin ulir," KURVATEK, vol. 2, 2017.
- [9] P. Juliana, I. Antonius dan J. Lie, "Pengaruh sudut kemiringan *head* turbin ulir dan daya putar turbin ulir dan daya *output* pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro," Majalah ilmiah teknologi elektro, vol. 17, 2018.
- [10] A. Syawari dan W. Yusreni, "Perancangan pembangkit listrik tenaga piko hidro (pltp) dengan menggunakan turbin *screw* di kecamatan sutera kabupaten pesisir selatan," dalam Seminar nasional multidisiplin ilmu, Padang, 2022.
- [11] Yusmartato, "Pemanfaatan aliran air untuk pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH) di desa Bandar Rahmat kecamatan Tanjung Tiram

-
- kabupaten Batu Bara," Journal of electrical technology, vol. 7, 2022.
- [12] M. Ajuarzain, "Simulasi perancangan pembangkit listrik tenaga pico hydro menggunakan mini water pump," dalam Laporan Tugas Akhir, Medan, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, 2019.
- [13] M. Agus, I. Antonius dan W. I, "Ekperimental pengaruh variasi sudut ulir pada turbin ulir (archimedes screw) pusat pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan *head* rendah," Majalah ilmiah teknologi elektro, vol. 18, 2019.