

**SKRIPSI**

**PENGARUH PELETAKAN TURBIN ULIR ARCHIMEDES  
DITINJAU DARI PERUBAHAN SUDUT ROTOR TURBIN**



**Merupakan Syarat Untuk Memperoleh gelar sarjana  
Telah diPertahankan di depan dewan  
20 Agustus 2021**

**Dipersiapkan dan Disusun oleh  
NANANG IRAWAN SADEWO  
132017072**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PELETAKAN TURBIN ULIR ARCHIMEDES DITINJAU  
DARI PERUBAHAN SUDUT ROTOR TURBIN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan didepan dewan penguji  
24 Agustus 2021

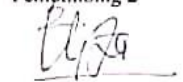
Dipersiapkan dan disusun oleh  
Nanang Irawan Sadewo  
132017072

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

  
Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.  
NIDN: 0212056402

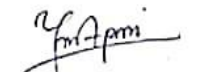
Pembimbing 2

  
Ir. Eliza, M.T.  
NIDN: 0209026201


Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik

  
Dr. Ir. Kes Ahmad Roni, M.T., IPM.  
NIDN: 0227077004

Penguji 1

  
Yosi Apriani, S.T., M.T.  
NIDN : 0213048201

Penguji 2

  
Muhammad Huraiah, S.T., M.T.  
NIDN: 0228098702

Mengetahui,  
Kepala Program Studi  
Kediri Elektro

  
Fathik Barijan, S.T., M.Eng.  
NIDN: 0218017202

## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi. Sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang di acu dalam naskah dan ditentukan dari daftar pustaka.

Palembang, 24 Agustus 2021

Yang Membuat Pernyataan



Nanang Irawan Sadewo

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto

- ❖ Berdo'a dan berusaha
- ❖ Kepuasan pada keberhasilan yang telah diperoleh tergantung seberapa besar usaha yang telah dilakukan
- ❖ Jangan pernah takut mencoba hanya karena pernah gagal
- ❖ Bersyukurlah, maka Allah akan menambahkan nikmatmu
- ❖ Tetap kuat untuk mencapai puncak yang cerah.
- ❖ Usaha tidak akan pernah mengkhianati hasil.

### Kupersembahkan skripsi kepada :

- ❖ ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
- ❖ Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Yuni Suko Adiarto dan Ibu Aspriwati yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan Doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
- ❖ Kepada semua keluarga besarku yang selalu mengerti keadaan dan membuat saya untuk bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini.
- ❖ Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan sekaligus telah menjadi ayah dikampus dan dilapangan. Serta Pembimbing II saya Ibu Ir. Eliza, M.T. yang sudah sabar membimbing penyelesaian penulisan skripsi ini
- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
- ❖ Team Sarwan *Microhydro Power Plant* serta team Base Camp Squad Muhammad Rudini, S.T., Priyodwi Marwanto, S.T., Yodi Febritama, S.T.,

Juniko Firmansyah, S.T., Muhammad Hafidz Pratama Putra, S.T., Diky Pradana Putra, S.T., Denny Adrian, S.T., Muhammad Aulia Rahman, S.T., Muhammad Ibrahim Romadan Saputra, S.T., Muhammad Nurhafiddin, S.T., M. Andre Triana, S.T., M. Haikal Aldrin, S.T, yang selalu bersama menghibur dan bersemangat dikampus bimbingan serta dilapangan.

- ❖ Team PLTS Atar Badak yang selalu membantu dilapangan.
- ❖ Untuk anak pungut Team Sarwan Zamza Satria, S.T. yang selalu menghibur dan memberi semangat.
- ❖ Teman-teman satu angkatan 2017 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **PENGARUH PELETAKAN TURBIN ULIR ARCHIMEDES DITINJAU DARI PERUBAHAN SUDUT ROTOR TURBIN** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Ir. Zulkiffli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I
- Ibu Ir. Eliza, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E.,M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.T, MCs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Orangtuaku yang tak pernah lelah memberikan dukungan dan do'a yang terbaik, serta kakak dan keluargaku.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Angkatan 2017 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moral maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 24 Agustus 2021

Penulis,

Nanang Irawan Sadewo

## ABSTRAK

### PENGARUH PELETAKAN TURBIN ULIR ARCHIMEDES DITINJAU DARI PERUBAHAN SUDUT ROTOR TURBIN

Nanang Irawan Sadewo\*

\*Email : [nanang0949@gmail.com](mailto:nanang0949@gmail.com)

Di Indonesia penggunaan energi sebagian besar masih bersumber dari fosil. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan energi fosil semakin menurun. Pemanfaatan sumber energi alternatif dalam bentuk sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan salah satu solusi alternatif. Penggunaan EBT tidak hanya untuk mengurangi penggunaan energi fosil, tetapi juga untuk mewujudkan energi bersih atau ramah lingkungan. Salah satu bentuk pemanfaatan EBT dalam skala kecil adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh peletakan turbin ulir Archimedes yang ditinjau dari perubahan sudut rotor turbin. Metode penelitian ini menggunakan 4 (empat) tahapan yaitu: studi literatur, pengambilan data, perhitungan dan analisis. Dari hasil pengukuran dan perhitungan data yang dilakukan pada dusun Sarwan desa Merbau kabupaten OKU Selatan didapatkan sudut kemiringan optimal pada turbin  $45^\circ$ . Berdasarkan sudut optimal yang didapat kecepatan aliran maksimum sebesar  $9,8756 \text{ m/s}$  dan kecepatan aliran minimum sebesar  $4,8702 \text{ m/s}$ . Luas penampang pada pipa pesat sebesar  $0,04 \text{ m}^2$  sehingga debit yang dihasilkan dari sudut optimal sebesar  $0,194 \text{ m}^3/\text{s}$ . Secara mekanis dan listrik Daya yang tebangkitkan dari turbin sebesar  $5,25 \text{ kW}$ .

Kata kunci : PLTMH, Turbin ulir Archimedes, Sudut optimal



## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF ARCHIMEDES THREAD TURBINE LAYING FROM THE CHANGES OF THE TURBINE ROTOR ANGLE**

Nanang Irawan Sadewo\*

\*Email : [nanang0949@gmail.com](mailto:nanang0949@gmail.com)

*In Indonesia, most of the energy use still comes from fossils. But over time, the availability of fossil energy is decreasing. Utilization of alternative energy sources in the form of New and Renewable Energy (EBT) sources is one alternative solution. The use of EBT is not only to reduce the use of fossil energy, but also to realize clean or environmentally friendly energy. One form of utilization of EBT on a small scale is Micro Hydro Power Plant (PLTMH). This study aims to determine the effect of the placement of the Archimedes screw turbine in terms of changes in the turbine rotor angle. This research method uses 4 (four) stages, namely: literature study, data collection, calculation and analysis. From the results of measurements and data calculations carried out in the Sarwan hamlet, Merbau village, OKU Selatan district, the optimal tilt angle for the turbine is 45°. Based on the optimal angle, the maximum flow velocity is 9.8756 m/s and the minimum flow velocity is 4.8702 m/s. The cross-sectional area of the rapid pipe is 0.04 m<sup>2</sup> so that the resulting discharge from the optimal angle is 0.194 m<sup>3</sup>/s. Mechanically and electrically The power generated from the turbine is 5.25 kW.*

*Keywords: PLTMH, Archimedes screw turbine, Optimum angle.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	4
2.1.1 Karakteristik.....	5
2.1.2 Komponen.....	7
2.2 Turbin Air.....	7
2.2.1 Klasifikasi Turbin Air.....	8
2.2.2 Komponen turbin air.....	8
2.3 Turbin Ulir Archimedes .....	9
2.3.1 Prinsip kerja turbin ulir Archimedes.....	10
2.3.2 Karakteristik turbin ulir Archimedes .....	11
2.3.3 Pengaruh Sudut kemiringan.....	12
2.3.4 Komponen turbin ulir Archimedes .....	13
2.4 Metode Beda Hingga.....	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Diagram <i>Fishbone</i> .....	15
3.2 Mekanisme Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.3 Alat dan Bahan .....	16
<b>BAB 4 DATA DAN ANALISIS.....</b>	<b>22</b>
4.1 Data Pengukuran .....	22
4.1.1 Kecepatan aliran awal.....	22
4.1.2 Kecepatan aliran pada sudut kemiringan.....	28
4.1.3 Kecepatan putaran turbin.....	36
4.1.4 Spesifikasi turbin .....	37
4.2 Analisis Data Pengukuran .....	40
4.2.1 Luas penampang .....	40
4.2.2 Debit.....	40
4.2.3 Daya yang dihasilkan turbin .....	41
4.2.4 Efisiensi turbin.....	42

<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTMH .....	4
Gambar 2.2 Skema pembangkit listrik tenaga mikrohidro .....	4
Gambar 2.3 Klasifikasi turbin .....	8
Gambar 2.4 Turbin ulir Archimedes .....	10
Gambar 2.5 Jangkauan operasi turbin ulir Archimedes .....	10
Gambar 2.6 Skema pembangkit listrik turbin ulir Archimedes .....	13
Gambar 2.7 Skema pengaturan turbin ulir Archimedes .....	13
Gambar 3.1 Diagram fishbone .....	15
Gambar 3.2 Turbin ulir Archimedes .....	17
Gambar 3.3 Rotor ulir turbin .....	17
Gambar 3.4 Casing turbin .....	18
Gambar 3.5 Poros dan Bearing .....	18
Gambar 3.6 Tachometer .....	18
Gambar 3.7 Jangka sorong .....	19
Gambar 3.8 Multimeter .....	19
Gambar 3.9 Clamp Ampere meter .....	19
Gambar 3.10 Bola ping pong .....	20
Gambar 3.11 Stop watch .....	20
Gambar 3.12 Tape measure .....	20
Gambar 3.13 Busur .....	21
Gambar 3.14 Spirit level .....	21
Gambar 3.15 Water control .....	21
Gambar 4.1 Kecepatan aliran awal .....	24
Gambar 4.2 Kecepatan aliran tertinggi aliran atas .....	26
Gambar 4.3 Kecepatan aliran terendah aliran atas .....	26
Gambar 4.4 Kecepatan aliran tertinggi aliran bawah .....	27
Gambar 4.5 Kecepatan aliran terendah aliran bawah .....	28
Gambar 4.6 Grafik kecepatan aliran berdasarkan sudut .....	30
Gambar 4.7 Kecepatan aliran tertinggi sudut 41° .....	31
Gambar 4.8 Kecepatan aliran terendah sudut 41° .....	32
Gambar 4.9 Kecepatan aliran tertinggi sudut 45° .....	33
Gambar 4.10 Kecepatan aliran terendah sudut 45° .....	34
Gambar 4.11 Kecepatan aliran tertinggi sudut 48° .....	35
Gambar 4.12 Kecepatan aliran terendah sudut 48° .....	36
Gambar 4.13 Spesifikasi turbin ulir Archimedes .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kecepatan aliran awal .....	23
Tabel 4.2 Pengukuran kecepatan aliran atas .....	24
Tabel 4.3 Pengukuran kecepatan aliran bawah .....	24
Tabel 4.4 Hasil perhitungan aliran atas .....	25
Tabel 4.5 Hasil perhitungan aliran bawah.....	27
Tabel 4.6 Kecepatan aliran berdasarkan sudut.....	29
Tabel 4.7 Titik kecepatan aliran sudut 41° .....	30
Tabel 4.8 Hasil perhitungan sudut 41° .....	31
Tabel 4.9 Titik kecepatan aliran sudut 45° .....	32
Tabel 4.10 Hasil perhitungan sudut 45° .....	33
Tabel 4.11 Titik kecepatan aliran sudut 48° .....	34
Tabel 4.12 Hasil perhitungan sudut 48° .....	35
Tabel 4.13 Kecepatan putaran turbin .....	37
Tabel 4.14 Perhitungan lebar blade.....	38
Tabel 4.15 Jarak antar blade.....	39
Tabel 4.16 Spesifikasi turbin ulir Archimedes.....	39
Tabel 4.17 Lebar casing turbin.....	39
Tabel 4.18 Tinggi casing turbin .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

L1. Hasil perhitungan program matlab kecepatan aliran atas .....	48
L2. Hasil perhitungan program matlab kecepatan aliran bawah .....	49
L3. Hasil perhitungan program matlab kecepatan aliran sudut $41^\circ$ .....	50
L4. Hasil perhitungan program matlab kecepatan aliran sudut $45^\circ$ .....	51
L5. Hasil perhitungan program matlab kecepatan aliran sudut $48^\circ$ .....	52
L6. Pengukuran panjang antar sudu .....	53
L7. Pengukuran lebar sudu .....	53
L8. Pengukuran lebar casing turbin .....	53
L9. Pengukuran kedalaman aliran .....	54
L10. Pembuatan bendungan aliran air .....	54
L11. Pemasangan pipa aliran air .....	54
L12. Pemasangan casing dan ulir turbin .....	55
L13. Pemasangan turbin ditiang .....	55
L14. Pengukuran kecepatan putaran turbin .....	55

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di Indonesia penggunaan energi sebagian besar masih bersumber dari fosil, terutama penggunaan energi tak terbarukan yang dihasilkan oleh minyak bumi dan batu bara. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan energi fosil semakin menurun. Pemanfaatan sumber energi alternatif dalam bentuk sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan salah satu solusi alternatif. Penggunaan EBT harus menjadi perhatian utama untuk pembangkitan energi listrik, tidak hanya untuk mengurangi penggunaan energi fosil, tetapi juga untuk mewujudkan energi bersih atau ramah lingkungan (Azhar & Satriawan, 2018).

Tenaga air adalah sumber EBT terbesar secara global. Rilis Dewan Energi Nasional (DEN) melalui dokumen buku bauran energi nasional 2020 mengungkapkan besaran potensi bentuk sumber energi angin sebesar 60,6 GW, surya 207.898 MW dan air sebesar 75.091 MW. Kecenderungan pemanfaatan air sebagai sumber energi ini lebih mengemuka dibandingkan dengan bentuk sumber energi alternatif lainnya lebih disebabkan oleh arah regulasi dan besaran *capital cost* yang harus dikeluarkan (Usman, 2020).

Salah satu bentuk pemanfaatan potensi tenaga air dalam skala kecil adalah melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Wahana suplai fluida dapat menggunakan saluran irigasi, sungai atau terjunan air dengan cara memanfaatkan beda ketinggian level fluida dan besarnya debit air. Di anak sungai terdapat potensi ketersediaan air yang cukup sepanjang tahun, debit andalan, ketinggian yang sesuai (Dwiyanto, K, & Tugiono, 2016).

Salah satu bagian yang terpenting dalam PLTMH adalah turbin. Terdapat banyak jenis turbin yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga mikrohidro, salah satunya yaitu turbin ulir (Putra, Weking, & Jasa, 2018). Secara tradisional, turbin ulir Archimedes digunakan untuk memompa air dari tingkat yang lebih rendah ke tingkat yang lebih tinggi atau dalam bidang miring. Generator

menerima energi mekanik dan mengubahnya menjadi energi listrik yang disuplai ke beberapa jaringan (Rohmer, Knittel, Sturtzer, Flieller, & Renaud, 2016).

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh peletakan turbin ulir Archimedes yang ditinjau dari perubahan sudut rotor turbin.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah ini mengetahui pengaruh peletakan turbin ulir Archimedes yang ditinjau dari perubahan sudut rotor turbin.

## **1.4 Sistematika Penulisan**

Secara sistematika penulisan skripsi ini akan ditulis sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN :	Berisi tentang Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Dan Sistematika Penulisan.
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA :	Membahas mengenai landasan teori yang berisikan dasar pemikiran secara teoritis dan secara umum antara lain tentang PLTMH, turbin air, turbin ulir Archimedes.
BAB 3 METODE PENELITIAN :	Pada bab ini akan dibahas secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi.
BAB 4 DATA DAN ANALISIS :	Pada bab ini menguraikan tentang pengaruh peletakan turbin ulir Archimedes yang



ditinjau dari perubahan sudut rotor turbin

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN :

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari pembahasan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, Y., Saleh, Z., Dillah, R. K., & Sofian, I. M. (2020). *Analysis of the Local Energy Potential Connection with Power Plants Based on Archimedes Turbine 10 kW. Journal of Robotics and Control (JRC)*, 162-166.
- Ardika, I. A., Weking, A. I., & Jasa, L. (2019). Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 219.
- Astro, R. B., Doa, H., & Hendro. (2020). Fisika Kontekstual Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 142-149.
- Azhar, M., & Satriawan, D. A. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law & Governance Journal*, 399.
- Charisiadis, C. (2015). Presentasi pengantar "Ulir Archimedes" sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Kapasitas Rendah.
- Durmin. (2013). Studi Perbandingan Perpindahan Panas Menggunakan Metode Beda Hingga dan Crank-Nicholson. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dwiyanto, V., K, D. I., & Tugiono, S. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Journal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 407-422.
- Hanggara, I., & Irvani, H. (2017). Potensi Pltmh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana*, 149-155.
- Himawanto, D., & Nugroho, A. D. (2017). Kajian Teoritik Pengaruh Geometri Dan Sudut Kemiringan Terhadap Kinerja Turbin Archimedes Screw.
- Irawan, H., Syamsuri, & Rahmad. (2018). Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaannya Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter. *Jurnal Hasil Penelitian*, 27-31.
- Irwansyah, Maulana, M. I., & Syuhada, A. (2019). Desain dan Kinerja Turbin Sekrup Tunggal Archimedes sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan Variasi Debit Laju Aliran. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Rekayasa*.
- Jawahar, C., & Michael, P. A. (2017). *A review on turbines for micro hydro power plant. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 882-887.
- Juliana, I. P., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 393-400.

- Karim, M. W., Widyartono, M., Hermawan, A. C., & Haryudo, S. I. (2021). Kajian Kemiringan Blade Dan Head Turbin Archimedes Screw Terhadap Daya Keluaran Generator Ac 1 Phase 3 kW. *Jurnal Teknik Elektro* , 219-228.
- Khan, I., & R. , O. (1999). Closed form expressions for the finite diference approximations of first and higher derivatives based on Taylor series. *J. Comput. Appl.*, 107: 179-193.
- Kreyszig, E. (2011). *Advanced Engineering Mathematics*. Boston: John Wiley & Sons, INC.
- Mastika, I. N., Jasa, L., & Manuaba, I. B. (2020). Karakteristik Kinerja Turbin Nest-Lie Pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Jurnal SPEKTRUM* .
- Michael, P. A., & Jawahar, C. (2017). *Design of 15 kW Micro Hydro Power Plant for Rural Electrification at Valara. Energy Procedia*, 163–171.
- Nugroho, D., Suprajitno, A., & Gunawan. (2017). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Air Terjun Kedung Kayang. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 161-171.
- Putra, F. A. (2018). Analisa Pengaruh Sudut Sudu Dan Debit Aliran Terhadap Performa Turbin Kaplan. Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin.
- Putra, F. A., Basyirun, & Saputra, D. D. (2019). Pengaruh Variasi Kemiringan Propeller Terhadap Efisiensi Turbin Ulir . *Jurnal Inovasi Mesin*, 6-9.
- Putra, I. G., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 385-392.
- Rainarli, E. (2012). Simulasi Perancangan Bejana Tekanan Dengan Menggunakan Metode Beda Hingga. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 31-34.
- Ratman. (2021). *PT INDIRA DWI MITRA*. Retrieved from *idmboiler*: <https://idmboiler.co.id/screw-pump/IDM-BOILER.html>
- Rohmer, J., Knittel, D., Sturtzer, G., Flieller, D., & Renaud, J. (2016). *Modeling and experimental results of an Archimedes screw turbine. Renewable Energy*, 136-146.
- Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau*.
- Saleh, Z., Apriani, Y., Ardianto, F., & Purwanto, R. (2019). Analisis Karakteristik Turbin Crossflow Kapasitas 5 kW. *Jurnal Surya Energi*, 255-261.
- Saroinsong, T., Soenoko, R., Wahyudi, S., & Sasongko, M. N. (2015). *The Effect of Head Inflow and Turbine Axis Angle Towards The Three Row Bladed Screw Turbine Efficiency. International Journal of Applied Engineering Research*, 16977-16984.

- Siswantara, A. I., S, M. H., Budiarmo, Harmadi, R., Warjito, & Adanta, D. (2018). *Analysis of the Effects of Overflow Leakage Phenomenon on Archimedes Turbine Efficiency. International Conference on Science and Technology.*
- Syafwan, H., Syafwan, M., Ramdhan, W., & Yusda, R. A. (2018). Pemrograman Komputasi Rumus Eksplisit Metode Beda Hingga Untuk Turunan Pertama Dengan Menggunakan Matlab . Seminar Nasional Royal (SENAR).
- Taflove, A., & Hagness, S. (2005). *Computational electrodynamics: the finite-difference time-domain method. Artech house.*
- Usman, E. (2020). Bauran Energi Nasional 2020. Jakarta: Dewan Energi Nasional.
- Yandra, F. E., & Djufri, S. U. (2019). Studi Awal Pemanfaatan Turbin Screw pada Aliran Sungai Kecil di Kota Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 29-32.