

**SKRIPSI**

**EVALUASI PENGARUH KEMIRINGAN ROTOR DAN JARAK ANTAR  
PITCH PADA PARAMETER MEKANIK DAN LISTRIK TURBIN ULIR  
ARCHIMEDES**



**Merupakan Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik di Program Studi  
Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Oleh:**

**MUHAMMAD IBRAHIM ROMADAN SAPUTRA**

**132016121**

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

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI PENGARUH KEMIRINGAN ROTOR DAN JARAK ANTAR  
PITCH PADA PARAMETER MEKANIK DAN LISTRIK TURBIN ULIR  
ARCHIMEDES



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

Dipersiapkan dan disusun oleh  
Muhammad Ibrahim Romadan Saputra  
132016121

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing 1

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.  
NIDN: 0212056402  
Pembimbing 2

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

Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik

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

Penguji 1

Ir. Eliza, M.T.  
NIDN : 0209026201  
Penguji 2

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

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

Fauzik Barlian, S.T., M.Eng.  
NIDN: 0218017202

## LEMBAR 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



Muhammad Ibrahim Romadan S

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

- Percaya pada kekuatan do'a
- Terus berusaha dan tetap semangat
- Tidak ada hal yang sia-sia dalam belajar karena ilmu akan bermanfaat pada waktunya, jika kita malas belajar maka masa tuamu akan menelan pahitnya kebodohan.

### **PERSEMBAHAN :**

- Allah SWT.
- Untuk kedua orang tuaku yang ku cintai yang selalu memberiku semangat serta dukungan.
- Kepada pembimbing skripsi saya Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng & Ibu Yosi Apriyani, S.T, MT
- Terimakasih untuk teman seperjuangan *Team Sarwan* "Turbin *Screw Archimedes*"

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **EVALUASI PENGARUH KEMIRINGAN ROTOR DAN JARAK ANTAR PITCH PADA PARAMETER MEKANIK DAN LISTRIK TURBIN ULIR ARCHIMEDES** 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 Pembimbing I
- Bapak Yosi Apriyani, ST., MT selaku 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, M.Cs, 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 2016 dan 2017 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril 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, 29 Juli 2021

Penulis,



Muhammad Ibrahim Romadan Saputra

## ABSTRAK

### EVALUASI PENGARUH KEMIRINGAN ROTOR DAN JARAK ANTAR PITCH PADA PARAMETER MEKANIK DAN LISTRIK TURBIN ULIR ARCHIMEDES

Muhammad Ibrahim Romadan Saputra\*

Email : [mibrahimromadansaputra@gmail.com](mailto:mibrahimromadansaputra@gmail.com)

Energi listrik menjadi kebutuhan dasar atau pokok masyarakat sehingga berpengaruh terhadap kemajuan suatu daerah. Setiap tahun kebutuhan akan energi listrik terus meningkat namun tidak diimbangi dengan penyediaan energi listrik baru maupun terbarukan. Salah satu sumber energi baru dan terbarukan adalah energi air. Pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi air adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Pada pltmh ini alat yang digunakan berupa turbin ulir archimedes maka dari itu tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh sudut kemiringan dan jarak antar pitch terhadap parameter mekanik dan listrik turbin ulir Archimedes. Metode penelitian yang dilakukan berupa studi literatur, pengumpulan data, perhitungan dan analisis. Hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan didusun sarwan, desa merbau, kecamatan banding agung, kabupaten oku selatan yaitu turbin tetap berfungsi dengan baik namun masih banyak yang perlu diperbaiki salah satunya dari segi pondasi. Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan aliran diatas didapatkan nilai tertinggi yaitu terletak pada titik  $V14 = 0,52613$  m/dt dan Kecepatan putaran pada rotor turbin ulir Archimedes adalah 0,866 rpm pada sudut kemiringan  $41^\circ$ .

**Kata kunci** : PLTMH, Turbin ulir Archimedes, Evaluasi kemiringan rotor.

## **ABSTARC**

### ***EVALUATION OF THE EFFECT OF ROTOR TILLING AND DISTANCE BETWEEN PITCH ON MECHANICAL AND ELECTRICAL PARAMETERS OF ARCHIMEDES THREAD TURBINE***

**Muhammad Ibrahim Romadan Saputra\***

Email : [mibrahimromadansaputra@gmail.com](mailto:mibrahimromadansaputra@gmail.com)

*Electrical energy is a basic or basic need of the community so that it affects the progress of an area. Every year the need for electrical energy continues to increase but is not matched by the supply of new and renewable electrical energy. One of the new and renewable energy sources is water energy. A power plant that uses water as a source of energy is a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). In this PLTMH the tool used is an Archimedes screw turbine, therefore the purpose of this study is to evaluate the effect of the angle of inclination and the distance between pitches on the mechanical and electrical parameters of the Archimedes screw turbine. The research method used is literature study, data collection, calculation and analysis. The results obtained from research conducted in the Sarwan sub-village, Merbau village, banding agung sub-district, south oku district, namely the turbine still functions well but there are still many things that need to be repaired, one of which is in terms of the foundation. Based on the results of the flow velocity calculation above, the highest value is obtained, which is located at the point  $V14 = 0.52613$  m/s and the rotational speed of the Archimedes screw turbine rotor is 0.866 rpm at an angle of  $41^\circ$ .*

**Keywords :** MHP, Archimedes screw turbine, Rotor tilt evaluation



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>II</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>III</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>IV</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTARC.....</b>	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XI</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>XII</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>XIII</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 TINJAU PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Turbin Air.....	3
2.1.1 Fungsi Turbin .....	3
2.1.2 Komponen Turbin Air .....	3
2.1.3 Prinsip kerja turbin air .....	4
2.1.4 Klasifikasi Turbin Air.....	4
2.1.5 Turbin Air Berdasarkan Susunan Poros .....	5
2.2 Turbin Ulir Archimedes .....	6
2.2.1 Jenis-Jenis turbin Ulir Archimedes .....	6
2.2.2 Prinsip Kerja Turbin Ulir Archimedes .....	7
2.2.3 Kelebihan Turbin Ulir Archimedes .....	7
2.2.4 Karakteristik Turbin Ulir Archimedes.....	7
2.3 Kemiringan Turbin .....	10
2.3.1 Pengaruh Kemiringan Sudu.....	11
2.3.2 Pengaruh Pitch Ratio .....	12
2.4 Parameter Mekanik.....	13
2.4.1 Putaran .....	13
2.4.2 Debit Air.....	13
2.4.3 Kecepatan aliran .....	13

2.4.4 Luas penampang .....	13
2.4.5 Jatuh air .....	13
2.5 Parameter Listrik .....	14
2.5.1 Arus listrik .....	14
2.5.2 Tegangan listrik .....	14
2.5.3 Frekuensi .....	14
2.6 Metode Beda Hingga.....	15
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
3.1 Diagram <i>Fishbone</i> .....	16
3.2 Mekanisme Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.3 Alat dan Bahan .....	17
<b>BAB 4 HASIL DAN ANALISIS .....</b>	<b>27</b>
4.1 Data Pengukuran .....	27
4.1.1 Data aliran .....	27
4.2 Data Kecepatan Aliran Melalui Program Matlab.....	27
4.3 Sudut Kemiringan Rotor .....	28
4.4 Kecepatan Putaran Rotor.....	28
4.5 Jarak Antar <i>Pitch</i> .....	30
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>31</b>
5.1 Kesimpulan .....	31
5.2 Saran.....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>32</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>34</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Fisik Turbin Air .....	3
Gambar 2.2 Turbin Ulir Archimedes .....	6
Gambar 2.3 Bagian dari turbin ulir 2 blade .....	8
Gambar 2.4 Simbol tingkat ketinggian air .....	9
Gambar 2.5 Kemiringan Head turbin Ulir .....	10
Gambar 2.6 Design Turbin Uji Eksperimental .....	11
Gambar 2.7 (a) Geometri turbin pada Pitch Ratio 2,0 & (b) Pada Pitch Ratio 0,5 ....	12
Gambar 3.1 Diagram fishbone .....	16
Gambar 3.2 Turbin ulir Archimedes .....	18
Gambar 3.3 Rotor turbin Archimedes .....	18
Gambar 3.4 Casing turbin Archimedes .....	19
Gambar 3.5 Poros turbin Archimedes .....	19
Gambar 3.6 Bantalan (bearing) .....	20
Gambar 3.7 Tachometer .....	20
Gambar 3.8 Jangka Sorong .....	21
Gambar 3.9 Multimeter .....	21
Gambar 3.10 Tang Ampere .....	22
Gambar 3.11 Stop watch turbin .....	22
Gambar 3.12 Tape measure .....	23
Gambar 3.13 Bola Ping Pong .....	23
Gambar 3.14 Busur .....	24
Gambar 3.15 Spirit level .....	24
Gambar 3.16 Generator .....	25
Gambar 3.17 Water control .....	25
Gambar 3.18 Pipa .....	26
Gambar 4.1 Ilustrasi kecepatan aliran .....	28

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Pengukuran kecepatan aliran pada saluran .....	27
Tabel 4.2 Kecepatan putaran rotor melalui poros atas .....	29
Tabel 4.3 Kecepatan putaran rotor melalui poros bawah.....	29
Tabel 4.4 Jarak antar pitch .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

L1. Hasil perhitungan kecepatan aliran program Matlab.....	34
L2. Proses pemasangan turbin pada steger .....	35
L3. Proses pemasangan pipa pesat pada turbin.....	36
L4. Proses pelebaran ruang untuk pipa pesat .....	37
L5. Pengambilan data kecepatan putaran turbin .....	38

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik menjadi kebutuhan dasar atau pokok masyarakat sehingga berpengaruh terhadap kemajuan suatu daerah. Setiap tahun kebutuhan akan energi listrik terus meningkat namun tidak diimbangi dengan penyediaan energi listrik baru maupun terbarukan. Banyak daerah-daerah terpencil yang belum mendapatkan pasokan listrik dari pemerintah, padahal di daerah-daerah tersebut masih banyak sekali potensi untuk dibuat pembangkit listrik. Pemenuhan daya listrik tersebut bersumber dari berbagai skala dan segmentasi pembangkitan, salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) (Saleh, 2016)

Energi terbarukan seperti energi matahari, angin, panas bumi, dan tenaga air sebagai jenis sumber energi terbarukan yang populer dapat ditemukan di seluruh dunia. Di antara sumber daya yang disebutkan, energi tenaga air telah digunakan secara luas sebagai sumber pemasok pembangkit listrik tenaga air skala besar di bendungan besar. Meskipun hampir semua peluang pembangkit listrik tenaga air skala besar telah habis, terdapat potensi yang kuat untuk sumber daya tenaga air skala kecil (tenaga air mikro) untuk dieksploitasi.

Dalam pembangkit listrik tenaga air, tenaga hidrolik air diubah menjadi tenaga mekanik dengan menggunakan turbin untuk menghasilkan energi putaran yang selanjutnya dikopling pada sisi generator listrik. Penggunaan arah putaran terbalik pompa ulir Archimedes konvensional dianggap sebagai teknologi populer untuk digunakan sebagai turbin pembangkit listrik, dengan istilah *Archimedes Screw Turbine* (AST). Secara tradisional, sistem ulir Archimedes digunakan untuk memompa air dari tingkat yang lebih rendah ke tingkat yang lebih tinggi atau membawa fluida atau padat dalam bidang horizontal atau miring (Shahverdi, Loni, Ghobadian, Gohari, & Maro, 2020).

Fokus penelitian ini dilatarbelakangi pada kondisi perubahan sudut kemiringan turbin dan jarak antar *pitch* dihubungkan dengan parameter mekanik dan listrik.

Prediksi perubahan kondisi tersebut mengarah pada optimalisasi karakteristik sistem secara total.

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Mengevaluasi pengaruh sudut kemiringan dan jarak antar pitch terhadap parameter mekanik dan listrik turbin ulir Archimedes.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh sudut kemiringan dan jarak antar pitch terhadap parameter mekanik dan listrik turbin ulir Archimedes.

### **1.4 Sistematika Penulisan**

BAB 1 PENDAHULUAN	Menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan.
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	Menjelaskan mengenai pltmh dan potensi PLTMH, turbin ulir
BAB 3 METODE PENELITIAN	Metode pengambilan data, <i>fishbone diagram</i> , blok diagram, alat dan bahan yang digunakan.
BAB 4 DATA DAN ANALISIS	Berisi data hasil pengukuran dan analisis data.
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	Bab ini berisi kesimpulan dan saran.
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir. (2018). Kemiringan Optimum Modul Turbin Ulir 2 Blade Untuk Pembangkit Listrik Pada Head Rendah. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 1-8.
- Apriani, Y., Saleh, Z., Dillah, R. K., & Sofian, I. M. (2020). Analisis Sambungan Potensi Energi Lokal Dengan Pembangkit Listrik Berbasis Turbin Archimedes 10 Kw. *Journal Of Robotics And Control (Jrc) Volume 1,*, 162-166.
- Astro, R. B., & Ngapa, Y. D. (2020, Agustus). Analisis Potensi Air Terjun Ngamba Mbu'u Kabupaten Ende Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (Jpft)*, 8(2).
- Darmawan, M. D., Yulianto, & Murtono, A. (2017). Implementasi Kontrol Pid Untuk Pengaturan Tegangan Pada Plant Mikrohidro. *Jurnal Elkolind,*, 22-28.
- Habibi, M. I., & Asral. (2020, Juli-Desember). Analisis Pengaruh Perbedaan Diameter Dalam Terhadap Efisiensi Turbin Ulir Archimedes. *Jom Fteknik*, 7.
- Harja, H. B., Abdurrachim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2016). Studi Eksperimental Kinerja Turbin Ulir Archimedes. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin Xi (Snttm Xi) & Thermofluid Iv*, 653-658.
- Harja, H. B., Abdurrahim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2015). Penentuan Dimensi Sudu Turbin Dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes. *Metal Indonesia*.
- Hutagalung, S. N., & Panjaitan, M. (2018, April). Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar (Arus, Hambatan Dan Tegangan Listrik) Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 4(2).
- Islam, M. (2016). Perbandingan Analisis Kolom Dengan Metode Analistis Dan Metode Beda Hingga. *Jurnal Inersia*, 55-66.
- Juliana, I., Weking, A., & Jasa, L. (2018, September-Desember). Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir Dan Daya Putar Turbin Ulir Dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Pp. 393-400.
- Khamdi, N., & Akhyan, A. (2016). Efisiensi Daya Pada Turbin Screw Dengan 3 Lilitan Terhadap Jarak Pitch. *Jurnal Elementer*, 24 - 31.
- Kreyszig, E. (2011). *Advanced Engineering Mathematics*. Boston: John Wiley & Sons, Inc.
- Nugroho, B. A., Sudjadi, & Christyono, Y. (2018). Rancang Bangun Frekuensi Meter Listrik Berbasis Atmega328. *Transient, Vol. 7, No. 4,*.
- Nugroho, D., Suprajitno, A., & Gunawan. (2017, Desember). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Air Terjun Kedung Kayang. *Jurnal Rekayasa Elekrika*, 13(3), 161-171.
- Nur Karim, M., 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 Volume 10 Nomor 01*, 219-228 .



- Nurdin, A., & Aries H, D. (2018). Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Head Rendah. *Jurnal Simetris*, 783-796.
- Putra, F. A. (2018). Analisa Pengaruh Sudut Sudu Dan Debit Aliran Terhadap Performa Turbin Kaplan. *Publikasi Online Mahsiswateknikmesin*, 1-9.
- 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. (2015). Simulasi Perancangan Bejana Dengan Menggunakan Metode Beda Hingga. *Jurnal Ilmiah Komputer Informatika (Komputa)*, 31-34.
- Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 233-244.
- Saleh, Z. (2016). Evaluasi Pengujian Parameter Listrik Pada Pembangkit Listrik Berbasis Water Wheel Turbine. *Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang*, 7-15.
- Saleh, Z., & Syafitra, M. F. (2016). Analisis Perbandingan Daya Pada Saluran Pembawa Untuk Suplai Turbin Ulir Archimedes. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (Sntt)*, 132-138.
- Saputra, O. A. (2018). Analisa Pengaruh Diameter Sudu Dan Debit Aliran Terhadap Performa Turbin Kaplan. *Publikasi Online Mahsiswateknikmesin*, 2-10.
- Saroinsong, T., Thomas, A., & N Mekel, A. (2017). Desain Dan Pembuatan Turbin Ulir Archimedes Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Prosiding Sentrinov*, 159-169.
- Shahverdi, K., Loni, R., Ghobadian, B., Gohari, S., & Maro, S. (2020). Studi Optimasi Numerik Archimedes Screw Turbine (Ast): Studi Kasus. *Energi Terbarukan*, 2130-2143.
- Suyanto, M., Syafrudin, Nugroho, A. C., P, P. E., & Subandi. (2021). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Pico Hydro Putaran Rendah Menggunakan Turbin Screw. *Journal Of Electrical Power Control And Automation*, 15-21.
- Syahputra, T., Syukri, M., & Sara, I. D. (2017). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro Dengan Menggunakan Turbin Ulir. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 16-22.