

**SKRIPSI**  
**STUDI POTENSI ALIRAN FLUIDA PADA PLTMH KARYATANI 1**



**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana**  
**Program Strata – 1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**  
**Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Disusun oleh:**  
**AHMAD AL MUFASSIR MD**  
**132019162**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**  
**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN  
STUDI POTENSI ALIRAN FLUIDA PADA PLTMH KARYATANI 1**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
07 Agustus 2023


Dipersiapkan dan disusun oleh:  
**AHMAD AL MUFASSIR MD**  
**132019162**

**Susunan Dewan Penguji**


**Pembimbing 1**

  
Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng  
NIDN: 0212056402


**Pembimbing 2**

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

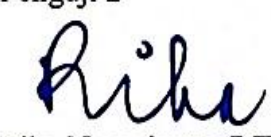
**Menyetujui  
Dekan Fakultas Teknik**

  
Prof. Dr. Ir. Kgs/Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng  
NIDN: 0227077004


**Penguji 1**

  
Dr. Ir. Celmas Cekdin, M.T  
NIDN: 010046301

**Penguji 2**

  
Rika Noverianty, S.T., M.T  
NIDN: 0214117504

**Mengetahui  
Ketia Program Studi Teknik  
Eléktro**

  
Feby Ardianto, S.T., M.Cs  
NIDN: 0207038101

## 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, 10 Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan,



Ahmad Al Mufassir MD

## **MOTTO**

*“Life is a journey”*

## **PERSEMBAHAN**

Puji dan syukur saya atas kehadiran Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan rahmat, rejeki, kesehatan serta hidayah-Nya sehingga saya dan patner bisa menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan tepat waktu. Dengan ini juga ucapan persembahan rasa terima kasih saya yang amat mendalam kepada :

- ❖ Kedua orang tuaku tercinta Drs. H. Mursyid dan Hj. Rahma Latipah yang saya sayangi dan selalu mendoakan dan memberikan dukungan, perhatian, semangat dan kasih sayang tak terhingga serta motivaasi yang sangat bermanfaat.
- ❖ Ketiga kakak perempuanku Mawaddah, Mukhoiroh, Mu'arifah yang telah mensupport dari segala hal.
- ❖ Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng. Selaku pembimbing 1 saya yang telah memberikan masukan dan saran, juga menjadi ayah kedua saya di kampus dan dilapangan, serta ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. Selaku pembimbing 2 saya mengucapkan terima kasih banyak dalam proses membimbing saya mengerjakan penulisan skripsi ini.
- ❖ Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs. Selaku ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah membimbing saya selama perkuliahan.
- ❖ Ibu Sofiah, S.T., M.T. Selaku pembimbing akademik saya selama perkuliahan.
- ❖ Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Serta teman-teman bedengs yang selalu kompak walau tidak seluruhnya.
- ❖ Sarwan *Renewable Energy Team*, yang selalu bersemangat melaksanakan penelitian ini dikampus maupun dilapangan.
- ❖ Yoselina Philo Sopia sebagai support sistem ku dan terima kasih atas semua perhatiannya untuk mengingatkanku dalam membuat skripsi ini dan alhamdulillah akhirnya berjalan dengan lancar.

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jugalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **STUDI POTENSI ALIRAN FLUIDA PADA PLTMH KARYATANI 1** yang disusun untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sukses berkat bimbingan, arahan, dan nasehat yang sangat berharga. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dan selesainya skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Bapak Ir. Zulkifli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1
2. Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. Selaku Dosen pembimbing 2

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Dzajuli, S.E., M.M., Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs., Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T., Selaku Sekertaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Kedua orang tuaku Drs. H. Mursyid dan Hj. Rahma Latipah serta keluarga yang tak kenal lelah memberikan do'a dan dukungan penuh.

7. Sarwan Renewable Energi Team, rekan yang selalu memberi dukungan dan motivasi.
8. Teman-teman Mahasiswa Angkatan 2019 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

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

Palembang, 29 Juli 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ahmad Al Mufassir MD', with a long horizontal stroke extending to the right.

Ahmad Al Mufassir MD

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di kawasan karyatani Desa Segamit Kecamatan Semende darat ulu Kabupaten Muara enim Provinsi Sumatera Selatan. Jenis turbin yang digunakan pada penelitian ini adalah turbin crossflow dengan fokus pada potensi aliran fluida dan daya available yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur, pengumpulan data, perhitungan dan analisis. Hasil penelitian menunjukkan turbin tetap beroperasi dengan baik. Berdasarkan hasil kecepatan aliran air dengan menggunakan alat ukur flowatch dengan aliran terendah 0,17 m/det dan aliran tertinggi dengan kecepatan aliran 0,54 m/dt. Nilai tertinggi yang diperoleh dengan menggunakan Matlab 8.1 terdapat pada titik  $V_{10} = 0,48453$  m/s dan terendah pada  $V_{484} = 0,26072$  m/s sehingga menghasilkan daya turbin sebesar 14,79 kW.

**Kata kunci:** PLTMH, Aliran fluida, Turbin crossflow

## **ABSTRACT**

*This research was conducted in the karyatani area of Segamit Village, Semende darat ulu District, Muara enim Regency, South Sumatra Province. The type of turbine used in this study is a crossflow turbine with a focus on the potential of fluid flow and the available power generated. The research methods used are literature study, data collection, calculation and analysis. The results showed that the turbine continues to operate properly. Based on the results of the water flow velocity using the flowatch measuring instrument with the lowest flow of 0.17 m/sec and the highest flow with a flow velocity of 0.54 m/sec. The highest value obtained using Matlab 8.1 is at point V10 = 0.48453 m/s and the lowest at V484 = 0.26072 m/s resulting in turbine power of 14.79 kW.*

**Keywords:** *PLTMH, Fluid flow, Crossflow turbine*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	5
2.1.1. Karakteristik PLTMH .....	6
2.1.2. Komponen PLTMH .....	9
2.1.3. Kelebihan dan kekurangan PLTMH .....	11
2.1.4. Klasifikasi PLTMH.....	11
2.2. Turbin Air .....	12
2.2.1. Klasifikasi turbin air.....	12
2.2.2. Jenis-jenis turbin .....	13
2.2.2.1. turbin crossflow.....	13
2.2.2.2. turbin archimedes screw.....	14
2.2.2.3. turbin kaplan.....	14
2.2.2.4. turbin pelton .....	15
2.2.2.5. turbin francis .....	16
2.2.3. Komponen turbin air .....	17
2.2.4. Prinsip kerja turbin air.....	17
2.3. Putaran Turbin Crossflow .....	18
2.4. Volume Fluida.....	18
2.4.1. Jenis-jenis fluida.....	19

2.4.2. Karakteristik fluida.....	19
2.5. Daya Available .....	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1. Diagram <i>Fishbone</i> .....	22
3.2. Bahan dan Alat.....	23
3.3. Mekanisme Penelitian .....	23
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1. Data .....	25
4.1.1. Kecepatan aliran.....	25
4.1.2. Penampang saluran.....	27
4.1.3. Perhitungan kecepatan aliran fluida melalui Matlab.....	30
4.2. Tinggi Jatuh Air atau <i>Head</i> .....	33
4.3. Daya Available .....	34
4.4. Perhitungan Daya Turbin .....	35
4.5. Perhitungan Daya Generator .....	36
4.6. Analisis studi potensi aliran fluida.....	36
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1. Kesimpulan .....	37
5.2. Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Cara kerja PLTMH.....	5
Gambar 2.2. Metode <i>waterpass</i> dan papan kayu .....	7
Gambar 2.3. Komponen besar sebuah skema PLTMH.....	10
Gambar 2.4. Turbin Crossflow.....	13
Gambar 2.5. Turbin Archimedes screw .....	14
Gambar 2.6. Komponen utama pada turbin kaplan .....	14
Gambar 2.7. Turbin pelton .....	15
Gambar 2.8 Volume Fluida.....	18
Gambar 3.1. Diagram <i>fishbone</i> .....	21
Gambar 4.1. Proses pengukuran kecepatan aliran .....	24
Gambar 4.2. Grafik perhitungan kecepatan aliran .....	25
Gambar 4.3. Ilustrasi pengukuran kecepatan aliran dan lebar penampang.....	26
Gambar 4.4. Penampang saluran.....	26
Gambar 4.5. Ilustrasi titik Va, Vb, Vc dan Vd .....	29
Gambar 4.6. Grafik kecepatan aliran tertinggi.....	31
Gambar 4.7. Grafik kecepatan aliran terendah.....	31
Gambar 4.8. Metode <i>waterpass</i> dan papan kayu .....	32

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Alat dan bahan .....	22
Tabel 4.1. Hasil pengukuran kecepatan aliran .....	25
Tabel 4.2. Hasil pengukuran lebar penampang .....	27
Tabel 4.3. Hasil pengukuran tinggi penampang.....	28
Tabel 4.4. Hasil pengukuran dengan <i>flowatch</i> .....	29
Tabel 4.5. Kecepatan aliran tertinggi dan terendah.....	30
Tabel 4.6. Hasil perhitungan matlab .....	32
Tabel 4.7. Hasil pengukuran tinggi jatuh air.....	33
Tabel 4.8. Hasil perhitungan mencari debit .....	34

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Listrik memiliki peranan yang sangat penting di perdesaan selain untuk penerangan. Adapun peralatan elektronik seperti radio, televisi dipenuhi dengan menggunakan baterai atau aki yang dalam jangka waktu tertentu harus diisi ulang. Umumnya daerah perdesaan yang terletak pada daerah pegunungan mempunyai energi air yang besar, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan, dengan memanfaatkan aliran sungai yang mengalir dapat menghasilkan sumber daya listrik. (Suyanta & Etik Puspitasari, 2021)

Salah satu contoh pemanfaatan energi terbarukan adalah pada sistem PLTMH yang memiliki beberapa komponen dalam pengoperasiannya, komponen mekanis yang berfungsi sebagai wahana aliran seperti; 1) *reservoir*, 2) kolam tando, 3) *intake*, 4) *trash rack*, dan 5) pipa pesat. Fluida dari *reservoir* dialihkan dalam kapasitas tertentu menuju kolam tando dengan dimensi yang disesuaikan dengan kapasitas pembangkitan, aliran fluida kemudian melalui *trash rack* yang berfungsi sebagai penyaring sampah berupa sampah organik dan anorganik, selanjutnya aliran melewati pipa pesat dengan dimensi tertentu dan tinggi jatuh efektif menuju sudu turbin. Putaran turbin yang diakibatkan oleh tumbukan aliran selanjutnya dihubungkan dengan generator yang membangkitkan daya listrik (Fisika, 2022)

Pemanfaatan sebagian aliran pada saluran/sungai harus dipastikan tidak merusak lingkungan sekitar. Aliran yang telah dimanfaatkan oleh sistem PLTMH harus dikembalikan ke saluran/sungai utama untuk menjamin keberlangsungan ekosistem setempat. Keberlangsungan operasional PLTMH sangat tergantung pada suplai aliran yang konsisten secara terus menerus walaupun kuantitas aliran cenderung menurun pada musim kemarau. Diperlukan perencanaan dan

pengukuran aliran yang sesuai dengan metode baku sehingga kapasitas debit fluida tetap akan mampu untuk menggerakkan turbin.(Dinata et al., 2020)

Turbin air merupakan penggerak yang mengubah energi kinetik dan aliran fluida dengan kecepatan tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran roda turbin. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil yang memanfaatkan tenaga aliran air sebagai sumber penghasil energi. Pltmh termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut *clean energy* karena ramah lingkungan.(Sibarani, 2023).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Suyanta, 2018) dengan judul "studi potensi dan pemanfaatan aliran air sungai untuk pltmh menggunakan kincir sudu bersirip", dari hasil penelitian tersebut dilakukan investigasi efektifitas jumlah sirip pada sudu turbin savonius dan kecepatan aliran yang terjadi memberikan pengaruh terhadap performa turbin yang dihasilkan.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Fisika, 2022) dengan judul "studi aliran air dalam pipa *penstock* pada sistem mikrohidro dengan pendekatan *computational fluid dynamics*". Dari hasil penelitian ini dilakukan dengan membangun tiga puluh simulasi aliran pada pipa penstock dengan menggunakan lima variasi ketinggian 0,5 m, 1,5 m, 2,5 m, 3,5 m, dan 4,5 m dan enam variasi diameter penstock 0,114 m, 0,140 m, 0,165 m, 0,216 m, 0,267 m dan 0,318 m. Profil kecepatan hasil simulasi aliran turbulen di dalam penstock divalidasikan terhadap profil kecepatan analitik power-Law. Hasil simulasi memperlihatkan kemiripan pada pola kurva dengan solusi analitik, dengan korelasi terbaik  $R = 0,9992$  dan nilai RMSE 0,1117. Hasil dari analisis diameter dan ketinggian penstock mempengaruhi perubahan kecepatan aliran, potensi hidrolis dan perubahan daya listrik yang dihasilkan. Semakin tinggi ukuran ketinggian dan semakin besar ukuran diameter penstock yang digunakan, semakin cepat pula aliran kecepatan air yang mengalir dalam penstock dan menghasilkan potensi hidrolis dan potensi daya listrik yang paling besar

Hal inilah yang melatar belakangi saya untuk menganalisis potensi aliran fluida pada PLTMH Karyatani 1. Sebagai tugas akhir saya dengan judul penelitian ”STUDI POTENSI ALIRAN FLUIDA PADA PLTMH KARYATANI 1”. Diharapkan dengan adanya energi alternatif berbasis mikrohidro sebagai energi utama untuk menghidupkan tenaga listrik dilingkungan masyarakat yang belum terjangkau oleh listrik dan dapat mengedukasi masyarakat bagaimana pemanfaatan energi terbarukan.

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini menganalisis potensi aliran fluida pada PLTMH Karyatani 1 Desa segamit.

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini menganalisis pada potensi aliran fluida PLTMH Karyatani 1 Desa Segamit.

### **1.4. Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan penelitian ini, sistematika penulisan akan disusun secara sistematis dan terbagi menjadi beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, tujuan dan pembatasan masalah.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk membahas dan mengoperasikan alat dan bahan pendukung serta sifat-sifat komponen pendukung

### BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode yang digunakan, alat dan bahan yang digunakan, serta diagram yang menjelaskan langkah-langkah dalam melakukan penelitian dari awal sampai dengan akhir.

### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan mengenai hasil analisis debit dan head, daya yang dihasilkan, analisis daerah tangkapan air dan penentuan lokasi.

### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Murtadho dan Venny Yusiana. (2019). Rancang Bangun Turbin untuk PLTMH di Jalan Bintara Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 2(1), 25–28. <https://doi.org/10.33087/jepca.v2i2.27>
- Basya, M. F., Santoso, B., & Ekayuliana, A. (2022). Pengaruh Debit Air Terhadap Putaran Runner Turbin Crossflow Pada PLTMH. 1045–1049.
- Dinata, P. A., Wijaya, I. W. A., & Suantika, I. M. (2020). Pengaruh Variasi Jumlah Sudu terhadap Daya Output pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ( PLTMH ) dengan Menggunakan Turbin Crossflow. *Spektrum*, 7(3), 34–41.
- Fachrudin, A. R., Andika, F., & Astuti, F. (2021). Penerapan Sistem Perawatan Metode Ismo Pada Turbin Tipe Vertical Francis Kapasitas 35 Mw. 7(2), 22–29.
- Fisika, P. (2022). Studi Aliran Air dalam Pipa Penstock pada Sistem Mikrohidro dengan Pendekatan Computational Fluid Dynamics. 10(3), 304–314.
- Hartadi, B. (2015). perancangan penstock, runner, dan spiral casing pada turbin air kaplan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) di sungai sampanahan desa magalau hulu kabupaten kotabaru. *Syria Studies*, 7(1), 37–72.
- Hidayatulloh, N., Santoso, B., & Ekayuliana, A. (2022). Analisa Perbandingan Daya Turbin Crossflow dan Sentrifugal Pada PLTMH. 1834–1843.
- Iqball, M., & Pratiwi, G. F. (2021). Rancangan Pemodelan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Listrik Microhydro (PLTMH). *Jurnal Tera*, 1(2), 139–154. <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jurnaltera/article/view/46>
- Khomsah, A., & Zuliari, E. A. (2019). Analisa Teori : Performa Turbin Cross Flow Sudu Bambu 5 ” sebagai Penggerak Mula Generator Induksi 3 Fasa. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 1, 79–88.
- Mastika, I. N. W., Jasa, L., Bagus, I., Manuaba, G., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Udayana, U. (2020). Karakteristik Kinerja Turbin Nest-Lie Pada Mikro Hidro. 7(2), 8–15.

- Pangestu, A. D., & Kn, N. (2021). Pembangkit Listrik Tenaga Air Dengan Teknik Turbulent Whirlpool. *Ikraith-Teknologi*, 5(3), 58–65.
- Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). *dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw*. 17(3).
- Saleh Zulkiffli, Apriani Yosi, Ardianto Feby, P. R. (2019). Age, 25.5. *analisis karakteristik turbin crossflow kapasitas 5 kw*, 3(2), 255–261.
- Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Wijaya, I. W. A. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype Pltmh. *Jurnal spektrum*, 7(4), 161–172.
- Sibarani, R. M. (2023). Pengaruh Jumlah Variasi Sudu Terhadap Daya Output Yang Dihasilkan Turbin Pelton Pada PLTMH. *Doctoral Dissertation, Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara*, 18(2).
- Suswanto, E., Gani, U. A., & Taufiqurrahman, M. (2021). Analisis pengaruh jumlah sudu turbin air tipe crossflow terhadap output PLTMH skala laboratorium. *Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 2(1), 81–89. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/47136>
- Suyanta, E. P. dan M. (2018). studi potensi dan pemanfaatan aliran air sungai untuk pltmh menggunakan kincir sudu bersirip. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 12.
- Suyanta, & Etik Puspitasari. (2021). Studi Pembuatan Sudu Kincir Savonius Bersirip Sumbu Vertikal Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb). *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, 9(2), 1–3. <https://doi.org/10.33795/jtia.v9i2.23>
- Tirono, M. (2019). Pemodelan Turbin Cross-Flow Untuk Diaplikasikan Pada Sumber Air Dengan Tinggi Jatuh Dan Debit Kecil. *Jurnal Neutrino*. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1939>
- Widodo, I. G., Widodo, I. G., Khoryanton, A., Pramono, A., Safriana, E., Mesin, J. T., & Semarang, P. N. (2023). *rancang bangun pembangkit listrik tenaga pikohidro*. 5, 386–394.