

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERFORMANSI TURBIN *HIDRO PICO* PIPA  
AIR TERHADAP PERUBAHAN DEBIT AIR**



**MUHAMMAD ANDI RAHMADDIN**

**03051381722078**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERFORMANSI TURBIN *HIDRO PICO* PIPA  
AIR TERHADAP PERUBAHAN DEBIT AIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH**

**MUHAMMAD ANDI RAHMADDIN**

**03051381722078**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

### **ANALISIS PERFORMANSI TURBIN *HIDRO PICO* PIPA AIR TERHADAP PERUBAHAN DEBIT AIR**

#### **SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:  
**MUHAMMAD ANDI RAHMADDIN**  
03051381722078

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
NIP. 197112251997021001

Palembang, Agustus 2022  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi



**Ir. Hj. Marwani, M.T.**  
NIP. 196503221991022001

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :**  
**Diterima Tanggal :**  
**Paraf :**

---

## **SKRIPSI**

**NAMA :** MUHAMMAD ANDI RAHMADDIN  
**NIM :** 03051381722078  
**JURUSAN :** TEKNIK MESIN  
**JUDUL :** ANALISIS PERFORMANSI TURBIN *HIDRO PICO* PIPA  
AIR TERHADAP PERUBAHAN DEBIT AIR  
**DIBUAT :** DESEMBER 2020  
**SELESAI :** AGUSTUS 2022

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 197112251997021001**

Palembang, Agustus 2022  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi



**Ir. Hj. Marwani, M.T.**  
**NIP. 196503221991022001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

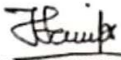
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Performansi Turbin *Hidro Pico* Pipa Air Terhadap Perubahan Debit Air” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2022.

Palembang, Agustus 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi


Ketua :

1. Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.  
NIP. 197001151994122001

(  
.....)

Sekretaris :

2. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 198106302006041001

(  
.....)

Anggota :


3. Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D.  
NIP. 195802011984031002

(  
.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

(  
  
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Palembang, Agustus 2022  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi

(  
Ir. Hj. Marwani, M.T.  
NIP. 196503221991022001

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan pada Allah Subhanahuwata'ala atas rahmat-Nya yang diberikan kepada sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Analisis Performansi Turbin Hidro Pico Pipa Air Terhadap Perubahan Debit Air”.

Skripsi ini dibuat bertujuan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada proses penyusunan skripsi, penulis banyak mendapatkan bantuan, saran, dukungan serta do'a dari orang tua. Oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada orang tua atas dukungan moril, bantuan, nasihat, dan materil yang telah diberikan pada penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan ini baik secara langsung ataupun tak langsung kepada:

1. Ayah, Ibu, Mama, Mbak, yang selalu mendidik, mendo'akan, dan menyemangati dalam segala hal serta selalu menjadi pendukung utama dalam hal materil dan moral.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Ir. Hj. Marwani, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Dipl-Ing. Ir.Amrifan SaladinMohruni, Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing saya selama menjalani perkuliahan di jurusan Teknik Mesin.
6. Seluruh Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya angkatan 2017.

Hanya terima kasih yang dapat penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas semua kebaikan yang sudah diberikan kepada saya dengan rahmat dan karunia-Nya. Akhir kata penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang datang.

Palembang, Agustus 2022



Muhammad Andi Rahmaddin  
NIM. 03051381722078

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Andi Rahmaddin

NIM : 03051381722078

Judul : ANALISIS PERFORMANSI TURBIN *HIDRO PICO* PIPA  
AIR TERHADAP PERUBAHAN DEBIT AIR

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2022



Muhammad Andi Rahmaddin  
NIM. 03051381722078



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Andi Rahmaddin

NIM : 03051381722078

Judul : ANALISIS PERFORMANSI TURBIN *HIDRO PICO* PIPA  
AIR TERHADAP PERUBAHAN DEBIT AIR

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplaan plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Agustus 2022



Muhammad Andi Rahmaddin  
NIM. 03051381722078

## RINGKASAN

### ANALISIS PERFORMANSI TURBIN *HIDRO PICO* PIPA AIR TERHADAP PERUBAHAN DEBIT AIR

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Agustus 2022

Muhammad Andi Rahmaddin;

Dibimbing oleh Ir. Hj. Marwani, M.T.

Pico Hydro Water Turbine Performance Analysis Of Changes In Water Discharge

xxv + 38 halaman, 11 tabel, 17 gambar

Energi merupakan suatu unsur yang didapatkan dari sumber daya alam dan digunakan untuk memenuhi segala kebutuhan makhluk hidup terutama manusia dalam menjalankan kehidupan sehari - hari. Semakin bertambah jumlah manusia maka kebutuhan energi semakin meningkat. Namun, sumber energi yang ada berkurang terutama energi berbahan fosil seperti batubara dan minyak bumi. Dalam mengatasi hal tersebut perlu dilakukan diversifikasi dan konservasi energi. Penggunaan turbin *hidro pico* dengan pemanfaatan energi air yang mengalir dalam pipa penyedia air bersih sebagai sumber energi yang selama ini tidak dimanfaatkan merupakan salah satu langkah dalam diversifikasi energi yang disarankan oleh pemerintah. Saat ini telah diproduksi dan dipasarkan sejumlah turbin *hidro pico* berkapasitas dibawah 100 Watt. Turbin air merupakan suatu mesin konversi energi yang mengubah energi aliran air menjadi kerja mekanik berupa putaran poros turbin. Teori turbin Euler menyatakan bahwa torsi pada poros sama dengan perubahan momentum sudut aliran air karena dibelokkan oleh sudu turbin dan daya yang dihasilkan turbin sama dengan torsi pada poros dikalikan dengan kecepatan putar. Debit air sangat mempengaruhi kinerja turbin air, apabila debit aliran air besar, maka daya dan efisiensi yang di hasilkan juga besar, apabila debit aliran air kecil, maka daya

dan efisiensi yang di hasilkan juga akan kecil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performansi turbin terhadap perubahan debit aliran sehingga dapat diketahui kondisi operasi dimana daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin mendapatkan hasil maksimum serta mendapatkan kurva karakteristik turbin. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dengan membuat alat uji berupa sistem pembangkit listrik menggunakan turbin pico hidro. Debit air yang divariasikan dalam penelitian ini adalah 6; 6,7; 7,6; 8,3; 9,1 (L/menit). Data hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah Tekanan  $P_1$  0,8 – 1,3 (bar) dan  $P_2$  0,5-0,65 (bar). Kecepatan putaran turbin 1546,1 – 2172,8 (rpm), Tegangan listrik 12,03 -12,45 (V) dan Arus listrik 0,05 – 0,09 (A). Dari data tersebut dapat dicari Daya air, Daya Turbin, Torsi dan Efisiensi untuk menentukan hasil penelitian. Daya air yang didapat 3 – 9,858 (W) dan Daya turbin 0,602 – 1,121 (W). Torsi yang dihasilkan 0,004 – 0,005 (N.m) dan efisiensi 11,37 – 20,05. Hasil tersebut membandingkan antara penghitungan teoritis dan aktual sehingga menghasilkan bahwa penghitungan teoritis menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan perhitungan aktual. Hal ini dikarenakan kecepatan yang masuk turbin, aktualnya tidak sesuai dengan sudut masuk secara desainnya.

Kata Kunci : Turbin *Hidro Pico*, Debit air, Energi Terbarukan

Kepustakaan : 6 (2015 – 2018)

## SUMMARY

### PICO HYDRO WATER TURBINE PERFORMANCE ANALYSIS OF CHANGES IN WATER DISCHARGE

Scientific writing in the form of a thesis, August 2022

Muhammad Andi Rahmaddin;

Supervised of Ir. Hj. Marwani, M.T.

Analisis Performansi Turbin *Hidro Pico* Pipa Air Terhadap Perubahan Debit Air  
xxv + 38 pages, 11 tables, 17 images

Energy is an element obtained from natural resources and used to meet all the needs of living things, especially humans in carrying out their daily lives. As the number of people increases, the need for energy increases. However, the available energy sources are decreasing, especially fossil-based energy such as coal and oil. To overcome this, it is necessary to diversify and conserve energy. The use of pico hydro turbines with the use of energy from water flowing in clean water supply pipes as an energy source that has not been utilized so far is one of the steps in energy diversification suggested by the government. Currently, a number of pico hydro turbines have been produced and marketed with a capacity of under 100 Watts. The water turbine is an energy conversion machine that converts the energy of the water flow into mechanical work in the form of rotating the turbine shaft. Euler turbine theory states that the torque on the shaft is equal to the change in the angular momentum of the water flow as it is deflected by the turbine blades and the power generated by the turbine is equal to the torque on the shaft multiplied by the rotational speed. The water discharge greatly affects the performance of the water turbine, if the water flow discharge is large, the power and efficiency produced is also large, if the water flow discharge is small, the power and efficiency generated will also be small. This

study aims to analyze the performance of the turbine to changes in flow rate so that it can be seen the operating conditions where the power and efficiency produced by the turbine get maximum results and get the turbine characteristic curve. This research was conducted using an experimental method by making a test instrument in the form of a power generation system using a pico hydro turbine. The water discharge that was varied in this study was 6; 6,7; 7.6; 8.3; 9.1 (L/min). The result data obtained from this research are P1 pressure 0.8 – 1.3 (bar) and P2 0.5-0.65 (bar). Turbine rotation speed 1546.1 – 2172.8 (rpm), voltage 12.03 -12.45 (V) and electric current 0.05 – 0.09 (A). From these data can be searched for Water Power, Turbine Power, Torque and Efficiency to determine the results of the study. The water power obtained is 3 – 9.858 (W) and the turbine power is 0.602 – 1.121 (W). The resulting torque is 0.004 – 0.005 (N.m) and the efficiency is 11.37 – 20.05. These results compare the theoretical and actual calculations, resulting in a theoretical calculation yielding a higher value than the actual calculation. This is because the speed that enters the turbine, actually does not match the design angle of entry.

Keyword : Pico Hydro Turbine, Water discharge, Renewable Energy

Literatures : 6 (2015 – 2018)

## DAFTAR ISI

<b>SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	<b>xv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Turbin Air .....	5
2.2 Klasifikasi Turbin Air.....	6
2.2.1 Turbin Implus .....	6
2.2.2 Turbin Reaksi .....	6
2.3 Persamaan Turbin Euler.....	7
2.4 Parameter Turbin dan Rumus Perhitungan.....	8
2.4.1 Daya Air .....	8
2.4.2 Debit Aliran.....	9
2.4.3 Daya Generator Listrik.....	9
2.4.4 Daya Turbin.....	9
2.4.5 Kecepatan Aliran Air.....	10
2.4.6 Torsi.....	11

<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1    Metode Penelitian .....	13
3.2    Diagram Alir .....	13
3.3    Skema Perangkat Uji.....	15
3.4    Komponen Utama .....	16
3.4.1    Turbin Hidro Pico.....	16
3.4.2    Pompa Sirkulasi.....	17
3.4.3    Instalasi pemipaan .....	18
3.4.4    Tangki air.....	19
3.4.5    Flowmeter.....	19
3.4.6    Pressure Gauge .....	20
3.4.7    Tachometer .....	21
3.4.8    Multimeter .....	22
3.5    Prosedur Pengujian .....	23
3.6    Tabel Data Pengujian.....	24
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1    Analisis Perhitungan Data Uji.....	25
4.1.1    Debit aliran .....	25
4.1.2    Perubahan energi tekanan.....	25
4.1.3    Daya air.....	25
4.1.4    Daya turbin .....	26
4.1.5    Torsi.....	26
4.1.6    Efisiensi turbin.....	26
4.2    Analisis Perhitungan data secara teoritis .....	27
4.2.1    Perhitungan segitiga kecepatan pada sisi masuk.....	27
4.2.2    Perhitungan segitiga kecepatan pada sisi keluar.....	29
4.3    Pembahasan.....	32
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1    Kesimpulan .....	37
5.2    Saran.....	38
<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Kecepatan Pada Sudu Turbin .....	7
Gambar 3.1 Diagram alir .....	14
Gambar 3.2 Skema Perangkat Uji .....	15
Gambar 3.3 Turbin Hidro Pico .....	16
Gambar 3.4 Pompa Sirkulasi .....	17
Gambar 3.5 Instalasi Pemipaan .....	18
Gambar 3.6 Tangki Air .....	19
Gambar 3.7 Flowmeter .....	20
Gambar 3.8 Pressure Gauge .....	21
Gambar 3.9 Tachometer .....	21
Gambar 3.10 Multimeter .....	22
Gambar 4.1 Profil sudu dan segitiga kecepatan .....	27
Gambar 4.2 Diagram segitiga kecepatan sisi masuk sudu .....	27
Gambar 4.3 Diagram segitiga kecepatan sisi masuk sudu .....	29
Gambar 4.4 Grafik kecepatan putaran terhadap debit aliran .....	33
Gambar 4.5 Grafik daya terhadap debit aliran .....	34
Gambar 4.6 Grafik efisiensi aktual terhadap debit aliran .....	35



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Turbin Hidro Pico .....	16
Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa Sirkulasi .....	17
Tabel 3.3 Spesifikasi Instalasi Pemipaan .....	18
Tabel 3.4 Spesifikasi Tangki Pipa .....	19
Tabel 3.5 Spesifikasi Flowmeter .....	20
Tabel 3.6 Spesifikasi Pressure Gauge .....	21
Tabel 3.7 Spesifikasi Tachometer .....	22
Tabel 3.8 Spesifikasi Multimeter .....	23
Tabel 3.9 Data Pengujian .....	24
Tabel 4.1 Data hasil perhitungan data uji .....	26
Tabel 4.2 Data hasil perhitungan teoritis .....	32

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi merupakan suatu unsur yang didapatkan dari sumber daya alam dan digunakan untuk memenuhi segala kebutuhan makhluk hidup terutama manusia dalam menjalankan kehidupan sehari - hari. Semakin bertambah jumlah manusia maka kebutuhan energi semakin meningkat. Namun, sumber energi yang ada berkurang terutama energi berbahan fosil seperti batubara dan minyak bumi. Dalam mengatasi hal tersebut perlu dilakukan diversifikasi dan konservasi energi. Diversifikasi energi adalah penganekaragaman penyediaan dan pemanfaatan berbagai sumber energi dalam rangka optimasi penyediaan energi. Konservasi energi ialah penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan.

Penggunaan turbin *hidro pico* dengan pemanfaatan energi air yang mengalir dalam pipa penyedia air bersih sebagai sumber energi yang selama ini tidak termanfaatkan merupakan salah satu langkah dalam diversifikasi energi yang disarankan oleh pemerintah. (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional). Saat ini telah diproduksi dan dipasarkan sejumlah turbin *hidro pico* berkapasitas dibawah 100 Watt.

Turbin air merupakan suatu mesin konversi energi yang mengubah energi aliran air menjadi kerja mekanik berupa putaran poros turbin. Teori turbin Euler menyatakan bahwa torsi pada poros sama dengan perubahan momentum sudut aliran air karena dibelokkan oleh sudu turbin dan daya yang dihasilkan turbin sama dengan torsi pada poros dikalikan dengan kecepatan putar (Madu, 2018). Sebuah turbin dimensi dan ukurannya dirancang untuk keadaan atau kondisi operasi/*head* (debit dan tekanan) tertentu, apabila dioperasikan pada kondisi diluar rancangannya maka akan terjadi perubahan/penurunan performansi dengan kata lain penggunaan energi kurang efisien.

Debit air sangat mempengaruhi kinerja turbin air, apabila debit aliran air besar, maka daya dan efisiensi yang di hasilkan juga besar, apabila debit aliran air kecil, maka daya dan efisiensi yang di hasilkan juga akan kecil. (Rahman, 2018). Pada kondisi nyata aliran air dalam pipa penyedia air bersih debitnya sering berubah-ubah tergantung kebutuhan pada saat itu. Untuk mendapatkan penggunaan turbin air *hidro pico* pipa air yang optimal dan efisien, maka perlu dilakukan penelitian atau pengujian mengenai “Analisis Performansi Turbin *Hidro Pico* Perubahan Debit Air”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Turbin air dirancang untuk beroperasi pada kondisi tertentu. Jika terdapat perubahan kondisi atau beroperasi diluar kondisi yang telah ditentukan. Maka akan terjadi perubahan performansi. Agar dapat mengetahui efek dari perubahan kondisi terhadap performansi turbin air perlu dilakukan penelitian atau pengujian.

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini, diambil batasan masalah yaitu :

1. Pengujian ini menggunakan turbin hidro pico yang terdapat dipasaran tipe Goso F50-12V yang memiliki daya 10 Watt.
2. Instalasi pengujian menggunakan pipa *PVC* dan untuk mensirkulasikan air menggunakan pompa air kapasitas 30 L/min).
3. Pengambilan data uji dilakukan dengan memvariasikan debit aliran yang melalui turbin.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Menganalisis performansi turbin terhadap perubahan debit aliran sehingga dapat diketahui kondisi operasi dimana daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin mendapatkan hasil maksimum serta mendapatkan kurva karakteristik turbin.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data hasil penelitian/pengujian dapat dijadikan pedoman dalam pengoperasian turbin yang optimal dan efisien.
2. Kurva karakteristik yang didapat dari penelitian/pengujian dapat digunakan sebagai referensi dalam pemilihan, pengoperasian dan pengembangan turbin air, khususnya turbin hidro pico atau yang berdaya kecil.

## DAFTAR RUJUKAN

- Krishnastana, A. K., Jasa; L., & Weking, A. I. (2018). Studi Analisis Perubahan Debit dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Electro*, 17(2), 257.
- Madu, K. E. (2018). *Prospects of Improved Power Efficiency and Operational Performance of Kainji-Dam, Nigeria*. 2, 41-49.
- Muliawan, A., & Yani, A. (2017). Analisa Daya dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(1), 1.
- Putra, F. A. (2018). Analisa Pengaruh Sudut Sudu Dan Debit Aliran Terhadap Performa Turbin Kaplan. Universitas 17 Agustus 1945.
- Rahman, A., & Kimin. (2018). Pengaruh Debit Air Terhadap Kinerja Kincir Air. *Jurnal Dinamis*, 2(12), 76-79.
- Ratna, D. (2015). Turbin Air. Teacher At SMK Negeri 1 Punggin Mojekerto.