

# PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO (PLTPH) MENGGUNAKAN TURBIN REAKSI UNTUK DAYA 100 WATT

*La Abd. Jalil Kasmin<sup>1</sup>, Bambang Dwi Sulo<sup>2</sup>, M. Jasa' Afroni<sup>3</sup>.*

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl.MT. Haryono 193 Dinoyo – Lowokwaru – Malang

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

## ABSTRAK

Potensi energi baru terbarukan yang ada di Indonesia cukup besar, untuk tenaga air 94.3 GW dan baru dimanfaatkan sekitar 4.2 GW Oleh karena itu, perlu adanya terobosan baru yang harus dilakukan untuk mengembangkan sumber energi terbarukan, salah satunya yaitu membuat Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dengan bobot yang ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dengan menggunakan ponton sebagai dudukan turbin sekaligus sebagai pelampung, turbin reaksi dengan diameter 40 cm, menggunakan generator DC 220 Volt 300-350 Watt dan dengan memanfaatkan aliran air dengan kecepatan 0,53 m/s – 1,11 m/s. Proses pengujian alat ini dilakukan secara eksperimen dengan cara melakukan percobaan pada lima titik dengan kecepatan aliran air yang berbeda dan mampu menghasilkan tegangan rata-rata sebagai berikut: kecepatan aliran 0,53 m/s dapat menghasilkan tegangan listrik 8,43 Volt DC sedangkan saat dilakukan percobaan dengan kecepatan aliran 1,11 m/s dapat menghasilkan tegangan listrik 12,9 Volt DC. Hasil pengujian sistem protoipe PLTPH didapatkan hasil rata-rata daya keluaran generator pada kecepatan aliran air 1,11 m/s dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 12,9 Volt DC tanpa beban saat diberikan beban lampu 14 watt tegangannya menurun menjadi 12,6 Volt DC dengan arus 0,44 A dengan daya yang dihasilkan sebesar 5,54 Watt.

**Kata kunci:** PLTPH, Energi kinetik, turbin, generator

## I. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi listrik di Indonesia saat ini masih sangat bergantung pada pembangkit listrik konvensional. Bahan bakar dari pembangkit konvensional sendiri seperti; batubara, gas alam atau minyak bumi merupakan sumber energi tidak terbarukan yang pasti akan habis bila digunakan terus menerus. Sedangkan yang diketahui bahwa di Indonesia sendiri mempunyai potensi energi baru terbarukan yang cukup besar untuk dimanfaatkan, salah satunya yaitu tenaga air 94.3 GW dan baru dimanfaatkan sekitar 4.2 GW [1]. Oleh karena itu, perlu adanya terobosan baru yang harus dilakukan untuk mengembangkan sumber energi terbarukan, agar dapat mengurangi ketergantungan akan sumber energi konvensional.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan sumber energi listrik alternatif yang terbarukan dan murah dari segi harga tetapi umumnya masih menggunakan konstruksi sipil yang permanen sehingga tidak bisa digunakan untuk sumber listrik yang sifatnya sementara atau dapat dipindahkan. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan di atas muncul ide untuk membuat Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dengan bobot yang ringan sehingga dapat dibawa oleh dua orang atau lebih dengan harapan dapat memberikan kemudahan dalam upaya mendapatkan energi listrik di suatu daerah terpencil yang belum terjangkau listrik.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

- a. Untuk mengkonversi energi terbarukan menjadi energi listrik.

- b. Memanfaatkan energi listrik dari PLTPH untuk dapat di gunakan sebagai sumber energi pada peralatan listrik.
- c. Agar masyarakat dapat mandiri dalam pengadaan sumber energi listrik dari energi terbarukan.

**1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah diatas dapat di jabarkan dalam beberapa subfokus sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang dan membangun prototipe PLTPH untuk daya 100 watt dengan memanfaatkan aliran sungai?
- b. Bagaimana hasil pengujian sistem tersebut?

**1.4 Batasan Masalah**

Dalam pembuatan skripsi ini ada beberapa hal yang akan di batasi yaitu:

- a. Prinsip kerja alat ini memanfaatkan aliran air sungai untuk memutar turbin air sehingga dapat melakukan konversi energi pada sistem prototipe PLTPH untuk daya 100 watt.
- b. Dapat menghasilkan energi listrik arus searah (DC) yang dapat digunakan untuk mengoperasikan beban-beban arus searah (DC).
- c. Alat ini bersifat portable dengan minimal bisa diangkat oleh dua orang karena diameter turbin yang direncanakan tidak lebih dari 40 cm dengan daya yang dihasilkan 100 watt.

**II. DASAR TEORI**

**2.1 Daya Air**

Kecepatan putaran kincir (rpm) dipengaruhi oleh kecepatan aliran air (V), kecepatan aliran air berbanding lurus dengan debit air efektif. Debit air efektif adalah debit air yang benar-benar terpakai untuk dimanfaatkan sebagai media penggerak turbin. Aliran air yang mengalir menghasilkan energi kinetik sebesar [3] [4].

$$P_{air} = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V^3 \dots\dots\dots (2.1)$$

**2.2 Turbin Reaksi**

Turbin reaksi merupakan turbin yang memanfaatkan energi kinetik air untuk menghasilkan energi gerak. [5] [6].

**2.3 Generator**

Generator adalah mesin yang mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh turbin reaksi menjadi energi listrik. Prinsip kerja dari generator adalah rotor generator yang digerakkan oleh turbin sehingga menimbulkan tenaga listrik [7] [8].

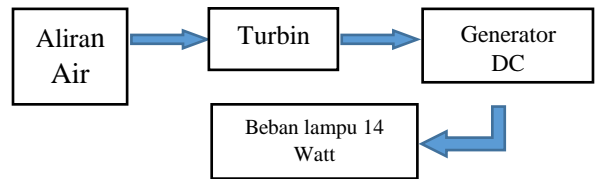
**2.4 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro**

Pembangkit listrik tenaga air skala piko pada prinsipnya memanfaatkan kecepatan liran air kinetik yang ada pada aliran sungai ataupun aliran air saluran irigasi. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik [9] [10].

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Blok Diagram Sistem**

Blok diagram sistem merupakan salah satu metode yang akan digunakan untuk mempermudah dalam memahami garis-garis besar dari cara kerja alat yang dibuat.



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

**3.2 Spesifikasi Sistem**

**a. Ponton**

Ponton dirancang sebagai pelampung. Berikut spesifikasi ponton yang akan dibuat:

- ❖ Bahan : 4 buah galon, besi siku dan plat besi
- ❖ Penempatan galon: 2 disisi kiri dan 2 disisi kanan
- ❖ Panjang : 1 meter
- ❖ Lebar : 1 meter

❖ Tinggi : 30 cm

**b. Turbin Air**

Turbin air merupakan peralatan yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik. Berikut spesifikasi turbin yang akan dibuat:

- ❖ Bahan : plat besi
- ❖ Tebal : 1,6 mm dan 1,9 mm
- ❖ Diameter : 40 cm
- ❖ Panjang : 40 cm
- ❖ Lebar sudu : 20 sm
- ❖ Panjang sudu : 40 cm
- ❖ Sudu sudu : 30 derajat
- ❖ Jumlah sudu : 12 buah

**c. Generator**

Generator DC adalah sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik serta menghasilkan arus searah (DC). Generator yang akan digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- ❖ Jenis : Generator DC
- ❖ Tegangan Output : 220 Volt
- ❖ Daya Output : 300 sampai 350 watt

**d. Puli**

Komponen ini dipilih karena berfungsi untuk menghubungkan putaran turbin agar dapat dihantarkan pada generator sehingga generator dapat berputar. Pada alat ini menggunakan dua buah puli yang berbeda ukuran diameternya, dengan spesifikasi:

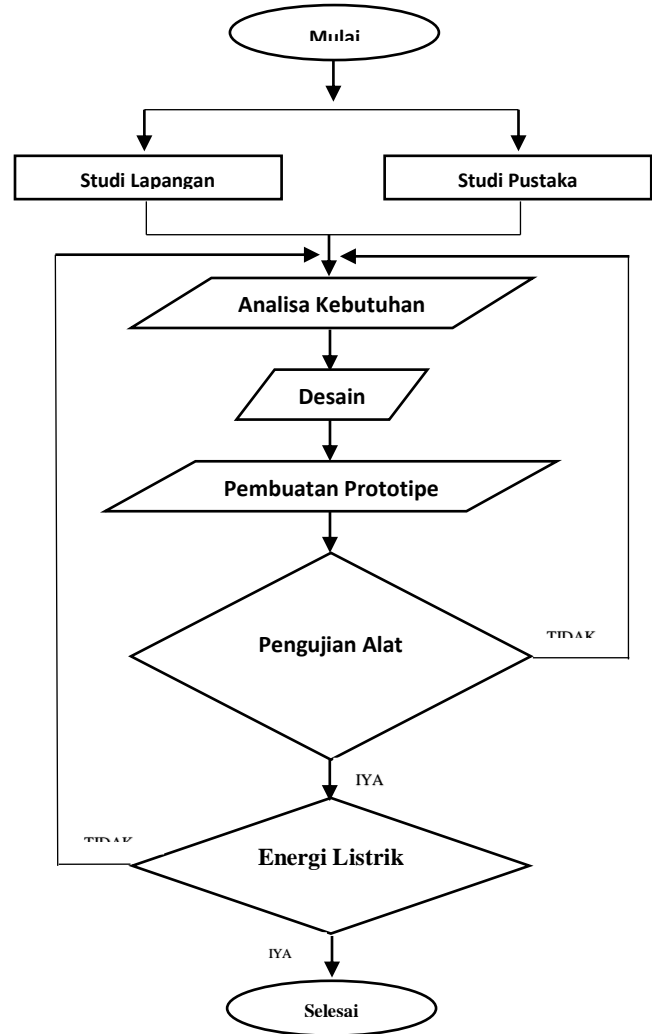
a) Puli Besar

- ❖ Bahan : Aluminium
- ❖ Diameter : 20 cm
- ❖ Lebar : 1,5 cm

b) Puli Kecil

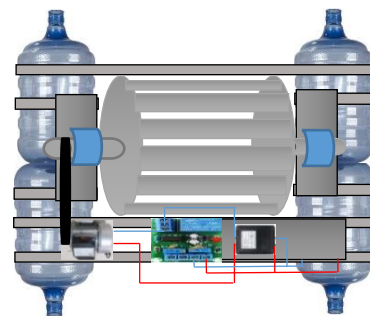
- ❖ Bahan : Aluminium
- ❖ Diameter : 3 cm
- ❖ Lebar : 1,3 cm

**3.3 Diagram Alir Penyelesaian Masalah**



Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan Alat

**3.4 Desain Alat**



Gambar 3.3 Desain prototipe PLTPH

### 3.5 Data Penelitian

1. Percobaan pada titik ke I tanpa beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 15 cm = 0,5 m
  - ✓ S= 200 cm = 2 m
  - ✓ t = 3,74 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 60,1 rpm
  - ✓ Putaran generator = 115,9 rpm
 Percobaan pada titik ke I menggunakan beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 15 cm = 0,5 m
  - ✓ S= 200 cm = 2 m
  - ✓ t = 3,74 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 59,8 rpm
  - ✓ Putaran generator = 111,3 rpm
  
2. Percobaan pada titik ke II tanpa beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 18 cm = 0,18 m
  - ✓ S= 200 cm = 2 m
  - ✓ t = 2,61 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 78,5 rpm
  - ✓ Putaran generator = 164,7 rpm
 Percobaan pada titik ke II menggunakan beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 18 cm = 0,18 m
  - ✓ S= 200 cm = 2 m
  - ✓ t = 2,61 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 74,6 rpm
  - ✓ Putaran generator = 143,9 rpm
  
3. Percobaan pada titik ke III tanpa beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 17 cm = 0,17 m
  - ✓ S= 300 cm = 3 m
  - ✓ t = 3,21 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 91,9 rpm
  - ✓ Putaran generator = 268,5 rpm
 Percobaan pada titik ke III menggunakan beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 17 cm = 0,17 m
  - ✓ S= 300 cm = 3 m
  - ✓ t = 3,21 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 87,7 rpm
  - ✓ Putaran generator = 243,7 rpm

4. Percobaan pada titik ke IV tanpa beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 18 cm = 0,18 m
  - ✓ S= 300 cm = 3 m
  - ✓ t = 2,93 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 122,4 rpm
  - ✓ Putaran generator = 310,4 rpm
 Percobaan pada titik ke IV menggunakan beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 18 cm = 0,18 m
  - ✓ S= 300 cm = 3 m
  - ✓ t = 2,93 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 105,7 rpm
  - ✓ Putaran generator = 292 rpm
  
5. Percobaan pada titik ke V tanpa beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 16 cm = 0,16 m
  - ✓ S= 400 cm = 4 m
  - ✓ t = 3,6 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 146,4 rpm
  - ✓ Putaran generator = 356 rpm
 Percobaan pada titik ke V menggunakan beban:
  - ✓ Kedalam sungai = 16 cm = 0,16 m
  - ✓ S= 400 cm = 4 m
  - ✓ t = 3,6 sekon
  - ✓ L = 50 cm = 0,5 m
  - ✓ Putaran turbin = 146,1 rpm
  - ✓ Putaran generator = 342,1 rpm

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Daya Hidrolik Air

Besarnya daya kinetik air (Pa) yang melewati celah kedua ponton pada saluran dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 di atas sehingga didapat hasil perhitungan matematis sesuai Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Daya air (Pa) pada aliran

No.	Kecepatan aliran air (m/s)	Daya air (Pa)
1	0,53	5,55 Watt
2	0,76	18,62 Watt
3	0,93	34,17 Watt
4	1,02	47,74 Watt
5	1,11	59,84 Watt

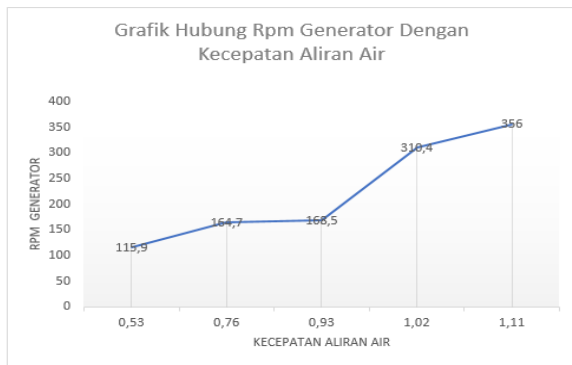
sungai

## 4.2 Analisis Hasil Pengujian PLTPH

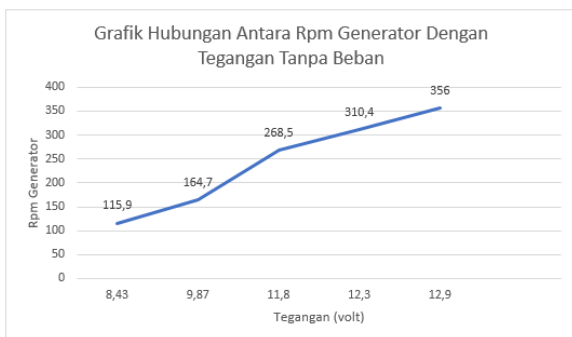
Pengujian secara eksperimen dilakukan di saluran sekunder aliran sungai Bedengan, Bumi Perkemahan Selorejo, Desa Selorejo, kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Dalam pengujian secara eksperimen, parameter yang diukur adalah kecepatan aliran air, putaran turbin, putaran generator, dan output generator. Hasil pengujian secara eksperimen dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dan 4.3.

Tabel 4.2 Pengujian generator tanpa menggunakan beban.

No	Kecepatan aliran air (m/s)	Putaran turbin (rpm)	Putaran generator (rpm)	Output generator		
				Volt DC	Ampere DC	Daya (Watt)
1	0,53	60,1	115,9	8,43	-	-
2	0,76	78,5	164,7	9,87	-	-
3	0,93	91,9	268,5	11,8	-	-
4	1,02	122,4	310,4	12,3	-	-
5	1,11	146,4	356,0	12,9	-	-



Gambar 4.1. Grafik hubungan antara rpm generator dengan kecepatan aliran air



Gambar4.2. Grafik hubungan antara rpm generator dengan tegangan tanpa beban

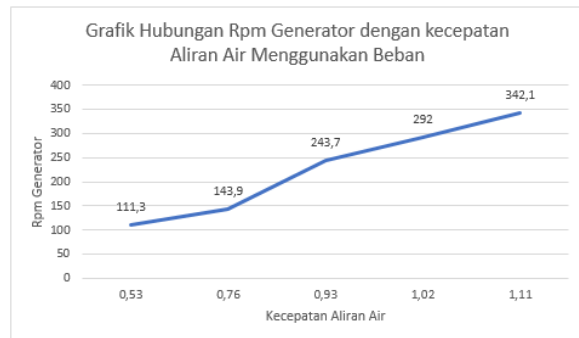


Gambar 4.3. Grafik hubungan antara tegangan dengan kecepatan aliran air.

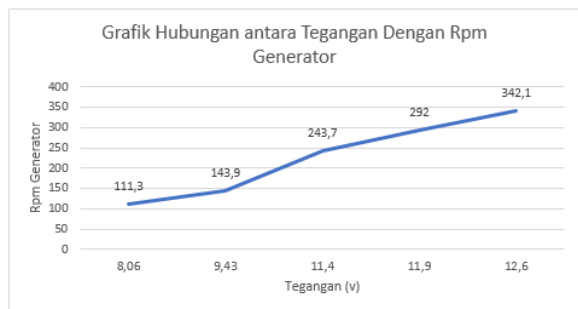
Berdasarkan Tabel 4.2. Menunjukkan bahwa kecepatan aliran air sangat mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan oleh generator. Seperti Gambar 4.3. Dapat diketahui bahwa nilai tegangan tanpa beban terus bertambah dengan naiknya kecepatan aliran air.

Tabel 4.3. Pengujian generator dengan menggunakan beban lampu 14 watt.

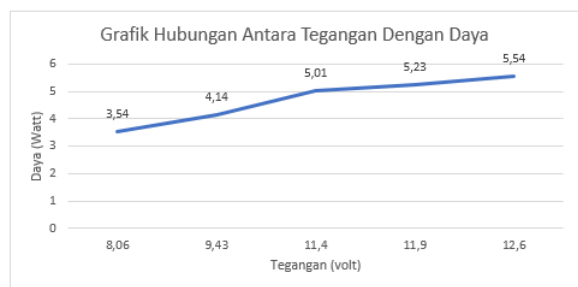
No	Kecepatan aliran air (m/s)	Putaran turbin (rpm)	Putaran generator (rpm)	Output generator		
				Volt DC	Ampere DC	Daya (Watt)
1	0,53	59,8	111,3	8,06	0,44	3,54
2	0,76	74,6	143,9	9,43	0,44	4,14
3	0,93	87,7	243,7	11,4	0,44	5,01
4	1,02	105,7	292,0	11,9	0,44	5,23
5	1,11	146,1	342,1	12,6	0,44	5,54



Gambar 4.4. Grafik hubungan antara rpm generator dengan kecepatan aliran air



Gambar 4.5. Grafik hubungan antara rpm generator dengan tegangan menggunakan beban



Gambar 4.6. Grafik hubungan antara tegangan dengan daya

Sesuai Tabel 4.3. pada saat generator dibebani dengan beban lampu 14 watt maka muncul arus (A), hal ini mengakibatkan putaran generator menjadi lebih lambat dan tegangan (V) yang dihasilkan oleh generator ikut berkurang, hal ini disebabkan karena adanya beban yang membutuhkan energi listrik sehingga putaran generator akan lebih berat.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Dari percobaan prototipe PLTPH dengan menggunakan ponton dengan panjang 100 cm dan lebar 100 cm, generator DC 220 Volt DC 300 Watt, turbin air berdiameter 40 cm, dengan kecepatan aliran sungai berkisar 0,53 m/s sampai 1,11 m/s dengan luas penampang 50 cm dan kedalam 15 cm sampai 18 cm. Saat dilakukan percobaan dengan kecepatan aliran 0,53 m/s dapat menghasilkan

tegangan listrik 8,43 Volt DC sedangkan saat dilakukan percobaan dengan kecepatan aliran 1,11 m/s dapat menghasilkan tegangan listrik 12,9 Volt DC.

2. Hasil pengujian sistem prototipe PLTPH didapatkan hasil rata-rata daya keluaran generator pada kecepatan aliran air 1,11 m/s dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 12,9 Volt DC tanpa beban saat diberikan beban lampu 14 watt tegangannya menurun menjadi 12,6 Volt DC dengan arus 0,44 A dengan daya yang dihasilkan sebesar 5,54 Watt.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini terdapat beberapa kekurangan yang bisa dikembangkan lagi kedepannya.

1. Pengujian masih bisa diteruskan dengan memanfaatkan putaran motor induksi untuk mencari hasil keluaran daya yang lebih maksimal.
2. Untuk mengetahui daya maksimal yang dihasilkan oleh prototipe PLTPH perlu dicoba dengan variasi beban yang lain, tidak hanya menggunakan beban lampu 14 watt saja dan prototipe PLTPH ini juga masih bisa dikembangkan lagi dalam hal sistem proteksi, sistem pendistribusian energi listrik yang telah dibangkitkan untuk digunakan secara leluasan, serta penyempurnaan desain prototipe PLTPH agar bisa lebih maksimal lagi dalam hal pengkonversian energi kinetik air menjadi energi listrik (energi terbarukan).

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPPT, 2019. Outlook Energi Indonesia.
- [2] Afandi, Moh. A. 2017. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Menggunakan Turbin Pelton
- [3] Maidangkay, A. dkk. "Pengaruh Sudut Pengarah dan Jumlah Sudu Radius

- Berengsel Luar Roda Tunggal Terhadap Kinerja Turbin Kinetik” Jurnal Rekayasa Mesin Vol.5, No.2 Tahun 2014.
- [4] PPPPTK. Tim, Turbin Air dan Kelengkapan Mekanik, 2015.
- [5] Farriz, M.B. dkk, “Evolution of Simple Reaktion Type Turbines for Pico-Hydro Application,” Jurnal Teknologi. Vol. 77. No. 32, 2015.
- [6] Armansya dan Sudaryanto, “Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal,” Journal of Electrical Technology, vol. 1, No. 3, Juli 2016.
- [7] Prasetijo, H. dkk. “Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah,” Dinamika Rekayasa, vol. 8 No.2 Agustus 2012.
- [8] Sunardi, I. A, “Pembuatan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro,” Yogyakarta, 20 Agustus 2012
- [9] Armansya dan Sudaryanto, “Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal,” Journal of Electrical Technology, vol. 1, No. 3, Juli 2016.
- [10] Haryati, J. D. Prinsip Kerja Generator. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/17857056/Prinsip\\_kerja\\_generator](https://www.academia.edu/17857056/Prinsip_kerja_generator)