

# Rancang Bangun Prototipe PLTPH Sebagai Listrik Penerangan

Muhammad Ibrahim<sup>1)\*</sup>, Iman Dirja<sup>1)</sup>, Viktor Naubnome<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Singaperbangsa Karawang, Kampus 1- Karawang, Indonesia

<sup>1,2)</sup>Departemen Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, -Karawang, Indonesia

Naskah diterima 12/10/2020; direvisi 07/11/2020; disetujui 14/11/2020

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2020.v13.i02.p04>

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan pembuatan rancang bangun prototipe dari sebuah pembangkit listrik tenaga pikohidro, yang diharapkan sebagai ilmu kajian dan referensi bagi mahasiswa Universitas Singaperbangsa Karawang khususnya dan untuk mahasiswa Indonesia pada umumnya. Serta mengawasi uji performansi dari prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro yang digunakan sebagai kebutuhan energi listrik penerangan. Perancangan dan pembuatan prototipe ini, membutuhkan beberapa komponen pendukung: a). Pengukur tekanan; b). Turbin berjenis pelton; c). Tacho Meter; d). Generator Ac 1 fasa; e). Avometer; f). Lampu LED hemat energi. Pengujian prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro dilakukan pengukuran tegangan yang dihasilkan generator, diuji tanpa beban dan diberi beban dengan menggunakan variasi bukaan katup aliran air 55%, 70%, 85%, 100%. Berdasarkan hasil uji kinerja, pembangkit listrik pikohidro dapat bekerja dengan baik. Hal tersebut dilihat dari bukaan katup aliran terbesar yang menghasilkan debit aliran air yang tinggi, sehingga dapat memutarakan turbin dengan cepat. Debit aliran sangat berpengaruh terhadap putaran generator. Hasil pengujian tanpa beban, tegangan terbesar 90 Volt didapatkan saat menggunakan bukaan katup 100%, dengan keluaran menghasilkan debit Air 0,0017 m<sup>3</sup> / s, putaran (N1) 136 rpm, putaran (N2) 979 rpm. Hasil dengan beban, tegangan terbesar 60 Volt didapatkan saat menggunakan bukaan katup 100%, dengan output menghasilkan putaran (N1) 133 rpm, putaran (N2) 957 rpm, dan Arus 0,13 A saat mensuplai lampu berjumlah 4 buah, dengan jenis lampu LED berukuran 3 Watt dengan menyala terang.

Kata kunci: Pikohidro, Debit air, Generator satu fasa, Listrik

## Abstract

This study aims to realize the manufacturing of a prototype design of a pico-hydro power plant, which is expected to be a science of study and a reference for students at the University of Singaperbangsa Karawang in particular and Indonesian students in general, as well as monitoring the performance test of the prototype of pico-hydro power plant that is used as an electricity needs for lighting. The design and manufacture of this prototype require several supporting components: a). Pressure gauge; b). Pelton type turbines; c). Tacho Meter; d). Single-phase Ac generator; e). Avometer; f). Energy saving LED lamp. Pico-hydro power plant prototype testing is carried out by measuring the voltage generated by the generator, tested at no load and given a load using variations of 55%, 70%, 85%, 100% valve openings. Based on the results of the performance test, the pico-hydro power plant can work well. That matter can be seen from the largest flow valve opening which results in a high-water flow rate, so that it can rotate the turbine quickly. The flow rate greatly affects the generator rotation. No-load test results, the largest voltage of 90 volts is obtained when using 100% valve opening, with the output producing an air flow of 0.0017 m<sup>3</sup> / s, rotation (N1) 136 rpm, rotation (N2) 979 rpm. The results with the load, the largest voltage of 60 volts is obtained when using 100% valve openings, with the output producing rotation (N1) 133 rpm, rotation (N2) 957 rpm, and current 0.13 A when supplying the 4 LED lamps type of 3 watts with lighting brightly.

Keywords: Pico-hydro, Water Discharge, Single-Phase Generator, Electricity.

## 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan suatu energi yang dibutuhkan dalam keberberlangsungan hidup manusia. Negara yang berkembang dilihat dari peningkatan dan perkembangan sektor industri dan peningkatan penggunaan listrik dalam masyarakat di negara tersebut. Diperkirakan setiap tahunnya, di Indonesia terjadi peningkatan dalam penggunaan listrik. PT. PLN pada tahun 2010-2019 dalam Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) membutuhkan daya listrik 55.000 MW setiap tahunnya, dan daya listrik 5.500 MW adalah peningkatan rata-rata kebutuhan energi listrik setiap tahunnya. PLN membangun total daya sebanyak 32.000 Mega Watt (MW) 57%, dan pengembang listrik swasta membangun sisanya sebesar (43% [1].

Meningkatnya Potensi sumber daya manusia dan pembangkit listrik di daerah pedesaan, terlebih potensi air yang begitu melimpah, membuka peluang terhadap pengembangan pembangkit listrik tenaga air skala kecil yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH). Pikohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu, tegangan yang dihasilkan generator juga bervariasi tergantung pada kecepatan aliran air [2].

Tujuan dari Penelitian ini untuk merealisasikan rancang bangun, pembuatan dan pengujian untuk mengetahui unjuk kerja dari pembangkit listrik tenaga Pikohidro menggunakan turbin Pelton; yang meliputi:

1. Mengetahui desain perancangan prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memanfaatkan generator Ac 1 fasa sebagai listrik penerangan.

2. Mengetahui proses pembuatan prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memanfaatkan generator Ac 1 fasa sebagai listrik penerangan.
3. Mengetahui hasil uji performansi unjuk kerja prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memanfaatkan generator Ac 1 fasa sebagai listrik penerangan dengan mengukur keluaran arus tegangan listrik.

Adapun manfaat dengan diadakannya penelitian ini yaitu diharapkan untuk menambah ilmu dan menjadi referensi untuk penelitian rancang bangun mesin yang berkaitan dengan tema penelitian ini di Universitas Singaperbangsa Karawang khususnya dan Universitas di seluruh Indonesia umumnya.

Prototipe dalam Bahasa Inggris "prototype" disebut juga sebagai purwarupa, dan menjadi model kerja dasar dari pengembangan sebuah perangkat lunak. Biasanya prototipe dibuat dengan tujuan sebagai model demonstrasi dan juga termasuk bagian suatu proses pembuatan dan pengembangan suatu alat [3].

Prototipe adalah bentuk awal atau arketipe, dan bisa disebut juga purwarupa, sebagai contoh adalah ukuran dari sesuatu entitas. Prototipe sebelum dibuat dalam skala sesungguhnya dan diproduksi secara banyak, maka prototipe perlu dikembangkan dan dibuat khusus untuk pengembangan bidang desain [4].

#### 1.1. Pembangkit Listrik Tenaga Air

PLTA yaitu suatu pembangkit listrik tenaga air yang menggunakan media tenaga air. Dalam hal ini, secara umum PLTA merupakan mesin konversi energi yang terdiri dari *dam* (bendungan), *reservoir*, *penstock* (pipa pesat), turbin, *draft tube*, *power house* dan *electricity terminal*.

Dalam sebuah sistem PLTA, turbin adalah merupakan suatu perangkat utama selain dari generator. Sistem operasi kerjanya adalah dengan memanfaatkan suatu arus dari aliran air sungai, yang setelahnya ditampung pada sebuah *dam* (bendungan), dan kemudian air dialirkan dalam sebuah rangkaian pipa supaya energi dari potensial air dapat diubah menjadi energi kinetik, sehingga pada akhirnya akan diubah kembali menjadi energi mekanis untuk menggerakkan dan memutar turbin, hal tersebut menyebabkan generator yang satu poros dengan turbin dapat berputar, maka dengan proses yang terjadi tersebut induksi elektromagnetik yang menghasilkan energi listrik [5].

#### 1.2. Klasifikasi Kapasitas Energi PLTA

Klasifikasi Kapasitas energi PLTA pada umumnya dapat digolongkan dua golongan, yaitu kategori skala kecil (*small hydro*) dan skala penuh atau besar (*large hydro*). Dalam Klasifikasi ini, secara umum terhadap pembangkit listrik tenaga air terdapat pada Tabel 1.

Dilihat dari cara turbin air merubah energi potensial aliran, dan menjadikan energi putar/aksi air, terhadap sudu-sudu turbin, maka turbin dapat digolongkan menjadi dua kategori: Turbin Reaksi dan Turbin Impuls. Turbin Impuls ialah dimana terjadinya proses penurunan tekanan air terjadi hanya pada sudu pengarahnya dan pengisian air dilakukan hanya disebagian dari keliling roda turbin saja, pada saat pengisian air. Sehingga turbin Impuls disebut turbin

pengisian sebagian (*partial admission turbine*) bisa juga disebut turbin aksi (*action turbin*) [7].

Tabel 1. Klasifikasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Air [6].

Tipe	Kapasitas
Pico-hydro	< 5 kW
Micro-hydro	5 kW – 100 kW
Mini-hydro	100 kW < daya < 1 MW
Small-hydro	1 – 15 MW
Medium-hydro	15 – 100 MW
Large hydro	>100 MW

Tabel 2. Klasifikasi Berdasarkan Ketinggian Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air [8].

Tipe	Ketinggian
Head rendah	2 – 30 m
Head menengah	30 – 100 m
Head tinggi	> 100 m

(Hadiyanto dan Bakri, 2013)

#### 1.3. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro adalah pembangkit yang diklasifikasikan sebagai pembangkit listrik berskala kecil dengan menghasilkan energi listrik kurang dari 5 kW. Pembangkitan tenaga air memiliki prinsip yaitu suatu bentuk dari perubahan tenaga, dalam hal ini tenaga air dengan debit dan ketinggian tertentu menjadi tenaga listrik, dengan memanfaatkan turbin dan generator untuk menghasilkan listrik. Prinsipnya pada PLTA skala pikohidro, adalah dengan memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran sungai, kemudian aliran air nantinya akan menggerakkan sudu-sudu turbin, lalu turbin mentransmisikan putaran ke generator dan generator menghasilkan listrik [9].

PLTP adalah pembangkit listrik tenaga pikohidro yang memiliki skala kecil memiliki kapasitas kurang dari 5 kW. Jika menginginkan energi listrik dari aliran air sungai, maka memerlukan suatu mekanisme untuk mengubah energi kinetik dan energi potensial dari aliran air sungai melalui kincir air. Kincir air ini merupakan alat yang berputar karena adanya aliran air dari sungai. Manfaat dari perputaran kincir untuk menggerakkan generator dan menghasilkan listrik [10].

Pembangkit listrik tenaga pikohidro dalam hal ini memanfaatkan aliran air yang dialirkan dari saluran irigasi, sungai-sungai yang berada pada dataran rendah, dan memanfaatkan daerah yang memiliki air yang melimpah walaupun tidak memiliki bukit-bukit, karenapembangkit listrik pikohidro tidak harus memanfaatkan aliran air yang deras, tetapi dapat memanfaatkan penggunaan sistem bendungan. Energi listrik yang dihasilkan generator berhubungan dengan frekuensi putaran turbin. Pembangkit listrik tenaga air pikohidro dalam skala kecil, dapat digunakan sebagai

energi alternatif dari pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) yang memanfaatkan bahan bakar minyak yaitu solar dimana biaya operasionalnya lebih besar [11].

Transmisi menuju generator terdapat bagian bagian utama yaitu poros, bantalan/*bearing*, *puley* dan *belt*. Poros yang digunakan terdapat pada 2 bagian, yaitu pada turbin, dan pada generator. Bantalan/*bearing* merupakan bagian penting yang mana berfungsi menopang dari poros turbin. Pulley digunakan untuk mentransmisikan daya, pulley yang digunakan ada 2 bagian yaitu Pulley turbin dan pulley generator [12].

Perubahan energi dari bentuk mekanik menjadi bentuk listrik dan kemudian bentuk listrik menjadi bentuk mekanik merupakan konversi energi elektromagnetik.

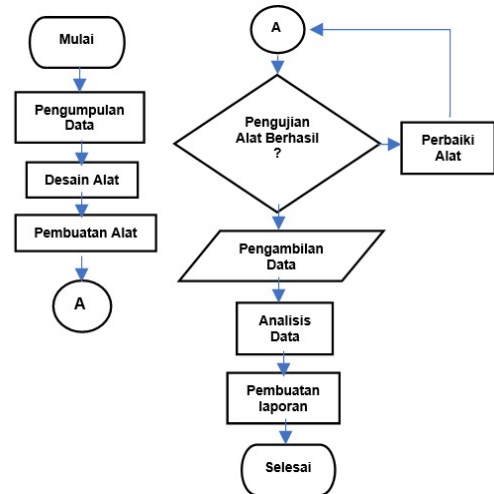
Alternator atau generator sinkron merupakan jenis alat listrik yang memiliki fungsi yang dapat menghasilkan tegangan bolak-balik dengan mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Dimana putaran rotor yang digerakkan oleh penggerak mula atau prime mover menghasilkan energi mekanis, dan energi listrik di peroleh dari kumparan stator dan rotor yang mana didalamnya memproses induksi elektromagnetik (Eugene C. Luster 1993: 78)

Pada tahun 2017, Henanto Pandu melakukan penelitian tentang pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan variasi debit aliran, Dan variasi debit alirannya yaitu 0,0053 m<sup>3</sup>/s, 0,0066 m<sup>3</sup>/s, 0,0076 m<sup>3</sup>/s, dan 0,0088 m<sup>3</sup>/s, dari debit air tertinggi menghasilkan daya generator 4 Watt dengan efisiensi generatornya 30,45 % [7].

Pada penelitian terdahulu pada tahun 2019, yang dilakukan oleh Abdullah Fahriz Faizin, Berjudul "Perbaikan Dan Modifikasi Turbin Air Pelton Dengan Menggunakan Generator DC Untuk Alat Praktikum dalam instalasinya menggunakan beberapa peralatan utama. Diantaranya adalah pompa centrifugal sebagai penggerak mula, katup, pengukur aliran air, nosel, sudu turbine, rumah turbin dan bak air. Penelitian tersebut menggunakan debit air 0,000167 m<sup>3</sup>/s dengan menghasilkan daya air 23,2 Watt. Putaran turbin N1 maksimal dengan debit 0,000167 m<sup>3</sup>/s adalah 4340 rpm. Dengan menggunakan generator tipe Dc, setelah dilakukan pengujian dengan putaran 4340 rpm tersebut tanpa beban, maka menghasilkan voltase listrik tertinggi 27,4 V. Pengujian selanjutnya diberikan beban lampu, maka menghasilkan putaran N1 1780 rpm, dengan daya generator tertinggi 4,9 watt dan efisiensi generator 21% [12].

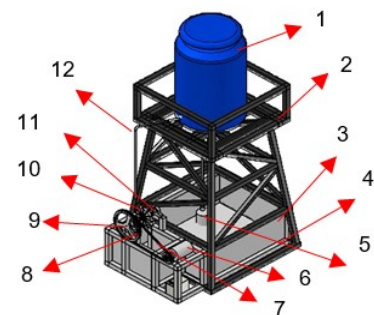
## 2. Metode Penelitian

Diagram alir penelitian ini merupakan kerangka berpikir dalam menyelesaikan penelitian dari awal sampai dengan selesai, ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan gambar prototipe dan komponen detailnya dijelaskan dalam Gambar 2 dan Tabel 3.



Gambar 1. Alur penelitian

### 2.1. Perancangan Prototipe PLTPH

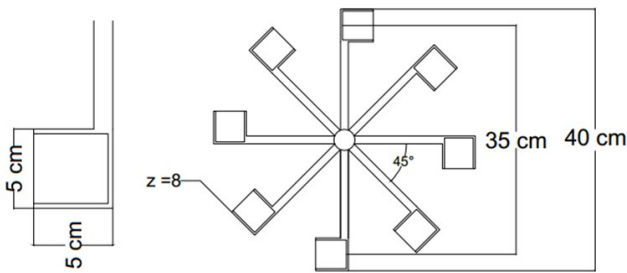


Gambar 2. Prototipe PLTPH

Tabel 3. Keterangan gambar

No	Komponen	Material	Ukuran
1.	Toren Penampung	Fiber Glass	- Tinggi 118 cm - Diameter luar 82 cm (500/550 liter)
2.	Rangka Tower	Besi Siku	- Tinggi 160 cm - Lebar bawah 120x120 cm - Lebar atas 100x100 cm
3.	Bak Penampung Bawah	Plat Acer	- Panjang (120 x 240 cm) - Tebal 1 mm
4.	Rangka Penampung	Besi Siku Lubang Galvanis	- Panjang 15 meter 5x5 cm - Tebal 2 mm
5.	Pompa Air	-	150 watt
6.	Generator	-	AC 1 Fasa
7.	Belt	Karet polimer	- Panjang : 143,2 cm - Tebal : 1 mm
8.	Pulley	Aluminium	- Diameter 1 : 18 cm - Diameter 2 : 2,5 cm - Lebar : 4 cm
9.	Poros/Shaft	Baja	- Diameter : 16 mm - Panjang : 44 cm
10.	Baling baling atau turbin	Besi Galvanis	- Diameter : 40 cm - Sudu : 8 sudu - Panjang sudu : 5 cm - Sudut kemiringan : 45°
11.	Bearing	-	- Diameter : 5,5 cm (2 buah)
12.	Pipa	PVC	- Panjang 1 : 2,6 cm - Panjang 2 : 60 cm - Diameter : 1 & ½ inch

## 2.2. Dimensi Baling-baling/Turbin



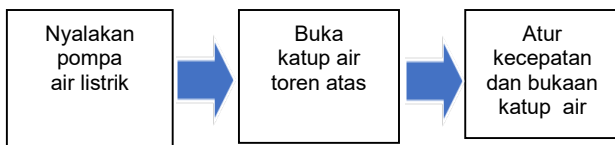
Gambar 3. Bentuk Mangkuk & Dimensi Turbin

Turbin air adalah alat yang dapat mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air dalam pembangkit listrik tenaga air, merupakan peralatan utama selain generator [6]. Bentuk mangkuk dan dimensi turbin ditunjukkan pada gambar 3.

## 2.3. Proses Pembuatan

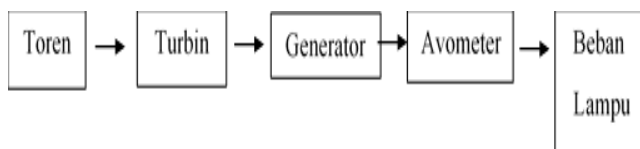
Setelah melakukan desain penulis melakukan proses pembuatan (Proses pembuatan ini terdiri dari 4 tahapan yaitu proses pemotongan, proses pengelasan, perakitan elektrik dan proses finishing, dan proses pengujian).

## 2.4. Cara kerja



Gambar 4. Diagram blok cara kerja

## 2.5. Diagram Alir Proses Alat



Gambar 5. Diagram alir proses alat

## 2.6. Diagram Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melengkapi data dari variabel berikut:

- Debit air yang keluar
- Tekanan *pressure gauge*
- Angka manometer air
- Voltase dan amper
- Rpm yang dihasilkan

## 2.7. Tempat Pembuatan

Tempat pelaksanaan pembuatan alat ini adalah di Lingkungan Masyarakat di jalan Haji Tawa, Jatimakmur, Pondok Gede, Kota Bekasi.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil alat yang sudah selesai dibuat, setelah itu akan diuji. Adapun hasil pengujian alat dari prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro ini, untuk mengetahui unjuk kerja guna mengetahui nilai

keluaran arus dan voltase generator berdasarkan dari debit aliran air.

Gambar penelitian seperti pada Gambar 6. Alat diuji dengan dialirkan air dari penampung toren air, menggunakan pipa dengan ketinggian 160 cm, pipa yang dipakai adalah pipa PVC yang berukuran 1 inch. Dengan variasi bukaan katup 55 %, 70 %, 85 %, 100 % yang menghasilkan variasi debit aliran air berbeda beda.



Gambar 6. Layout alat penelitian

Kemudian keluaran arus, dan voltase dari generator berupa voltase AC diukur dengan avometer, dan keluaran putaran rpm diukur menggunakan tachometer. Proses pengukuran dan pengujian ini, diawali dengan mengisi penampung air toren sampai penuh, setelah penampung toren penuh, katup aliran dibuka sesuai dengan variasi bukaan katup, yaitu (55 %, 70 %, 85 %, 100 %), selanjutnya air mengalir dari penampung toren air melalui pipa, dan kemudian air akan mengenai sudu – sudu turbin pelton, turbin akan berputar dan mentransmisikan putaran N1 (turbin) ke putaran N2 (generator) melalui pulley.

Hasil dari keluaran putaran rpm N1 & N2 dapat diukur dengan alat tachometer, sedangkan keluaran daya generator, arus dan voltase dengan diberikan beban lampu LED 4 buah kapasitas 3 watt, dapat diukur dengan avometer.

### 3.1. Pengujian Listrik Yang Dihasilkan Generator

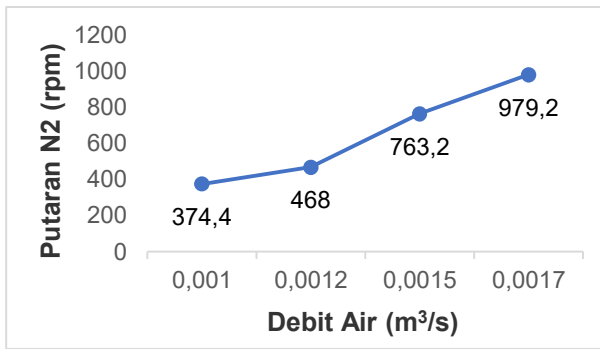
Pada pengujian ini penulis mengambil data *Pressure* yang ada pada pipa, data variasi bukaan katup yang menghasilkan debit aliran air berbeda beda, dan data putaran N2 (generator), dimana telah dilakukan perhitungannya pada bahasan sebelumnya. Berikut adalah hasil dari perhitungan voltase yang dihasilkan generator AC:

Tabel 4. Tabel voltase (v) pada pengujian tanpa beban

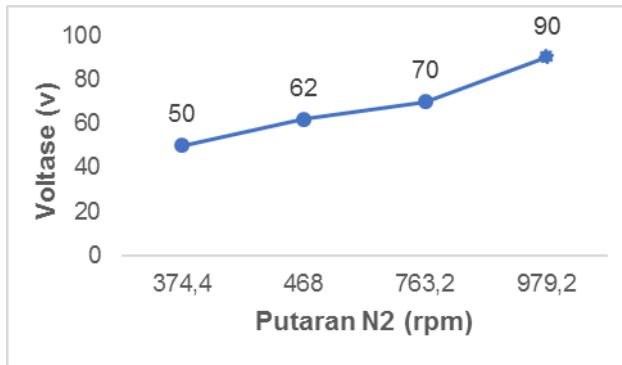
Bukaan Katup	Q (m <sup>3</sup> /s)	Pressure (Psi)	Putaran N2 (RPM)	Voltase (V)
55 %	0,0010	0,4	374,4	50
70 %	0,0012	0,6	468	62
85 %	0,0015	0,9	763,2	70
100 %	0,0017	1,25	979,2	90

Dari Tabel 4 dan Gambar 7 diketahui debit air (m<sup>3</sup>/s) terhadap putaran generator (N2) tanpa beban. Putaran generator (N2) yang dihasilkan semakin bertambah sesuai dengan bertambahnya debit air. Putaran generator (N2) terendah berada pada debit 0,0010 m<sup>3</sup>/s yaitu 374,4 rpm, dan putaran generator (N2) tertinggi adalah pada debit 0,0017 m<sup>3</sup>/s yaitu 979,2 rpm.





Gambar 7. Diagram debit air terhadap putaran generator (N2)



Gambar 8. Diagram putaran generator (N2) terhadap voltase (v)

Dari hasil diagram di atas diketahui putaran generator (N2) dapat mempengaruhi voltase (v). Semakin besar putaran semakin besar juga voltase (v) yang dihasilkan, pada diagram tersebut voltase (v) terendah dengan putaran generator (N2) 324,4 rpm yaitu 50 Volt dan daya tertinggi dengan putaran generator (N2) 979,2 rpm yaitu 90 Volt.

### 3.2. Pengujian Dengan Beban Lampu Pada Variasi Buka-an Katup

Pada pengujian ini listrik yang dihasilkan generator diuji dengan diberikan beban listrik lampu rangkaian AC berjenis LED dengan spesifikasi berikut:

- Merk : Philips
- Tipe : LED
- Watt : 3 watt
- I : 0,025 A
- Faktor daya : 0,7
- Hambatan (R) : 1500 ohm
- Jumlah Lampu : 4 buah

Dimana hambatan (R) lampu 4 buah dihitung sebagai berikut:

$$\frac{1}{1,5} + \frac{1}{1,5} + \frac{1}{1,5} + \frac{1}{1,5} = \frac{4}{1,5}$$

$$\frac{1,5}{4} = 0,37 = 0,37 \times 1000 = 370 \text{ ohm}$$

$$I = V/R \tag{1}$$

Dimana:

- I = Arus
- V = Volt
- R = Hambatan

Dengan V = 60 Volt, maka dengan memakai rumus di atas, jika mengambil perhitungan tertinggi, untuk menguraikan perhitungan arus adalah sebagai berikut:

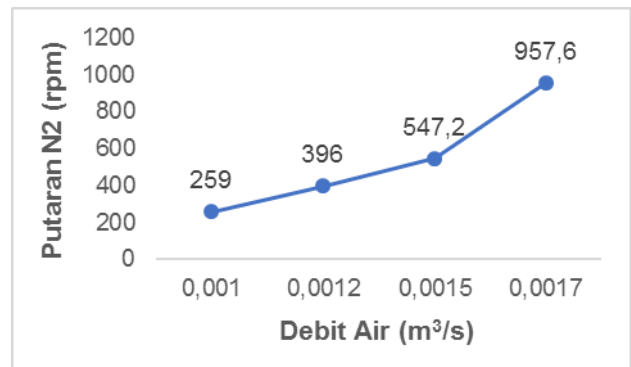
$$I = 60 \text{ volt} / 370 \text{ ohm}$$

$$I = 0,16 \text{ A}$$

Dari data lampu di atas, maka pembacaan alat ukur pada pengujian, dengan hasil putaran turbin ke generator disajikan dalam Tabel 5 dan Gambar 9 dibawah ini.

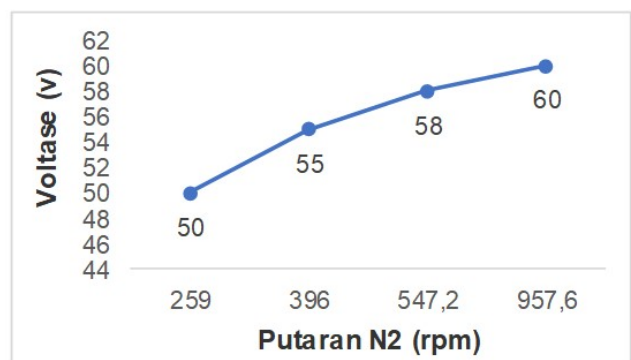
Tabel 5. Tabel voltase (v) pada pengujian dengan beban

Q (m³/s)	Putaran N2 (RPM)	Voltase (V)	Arus (I)	LED 3 watt
0,0010	259	50	0,13	Tidak Nyala
0,0012	396	55	0,14	Redup
0,0015	547,2	58	0,15	Nyala
0,0017	957,6	60	0,16	Nyala



Gambar 9. Diagram debit air terhadap putaran generator (N2)

Dari hasil diagram di atas, diketahui debit air (m³/s) dapat mempengaruhi putaran generator (N2). Semakin besar debit air (m³/s) semakin besar juga putaran generator (N2) yang dihasilkan, pada diagram tersebut, putaran generator (N2) terendah, dengan debit air 0,001 m³/s yaitu menghasilkan 259 rpm, dan daya tertinggi dengan debit air 0,0017 m³/s yaitu menghasilkan 957,6 rpm.



Gambar 10. Diagram putaran generator (N2) terhadap voltase (v)

Dari hasil diagram di atas, diketahui putaran generator (N2) terhadap voltase (v) dengan beban. Voltase (v) yang dihasilkan semakin bertambah sesuai dengan bertambah Nya putaran generator (N2). Voltase (v) terendah berada pada putaran generator (N2) 259 rpm dengan menghasilkan 50 volt, dan

voltase (v) tertinggi adalah pada putaran generator (N2) 957,6 rpm dengan menghasilkan 60 volt.

Dari data di atas untuk mendapatkan hasil perhitungan daya keluaran generator, maka digunakan rumus berikut:

$$P_o = V.I \tag{2}$$

Dimana:

$P_o$  = Daya keluaran generator (watt)

V = Voltase keluaran generator

I = Arus

Maka dengan memakai rumus di atas, jika mengambil perhitungan tertinggi, untuk menguraikan perhitungan mencari daya generator dengan diberi beban 4 buah lampu (3 watt), adalah sebagai berikut:

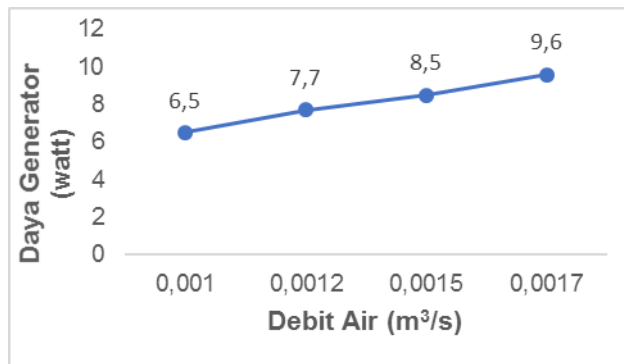
$$P_o = 60 V \times 0,16 A \tag{3}$$

$$P_o = 9,6 \text{ watt}$$

Mengacu pada tabel 5, jika daya keluaran generator yang dihasilkan dihitung dengan persamaan rumus di atas, hasilnya adalah sebagaimana Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Tabel Daya Generator

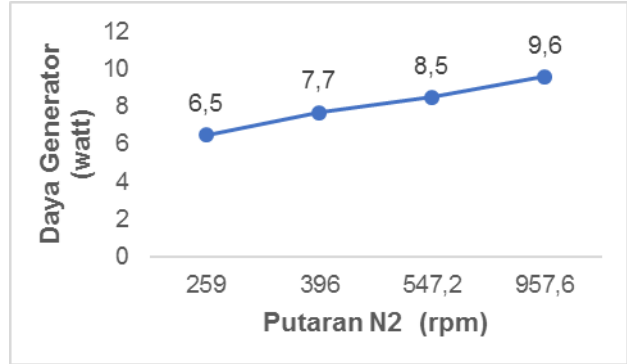
Q (m <sup>3</sup> /s)	Pressure (Psi)	Putaran N2 (RPM)	Daya Air (Watt)	Daya Generator (Watt)
0,0008	0,4	259	15,6	6,5
0,0012	0,6	396	18,8	7,7
0,0015	0,9	547,2	23,5	8,5
0,0017	1,25	957,6	26,6	9,6



Gambar 11. Diagram debit air terhadap daya generator

Dari hasil diagram di atas diketahui bahwa dengan debit air dapat mempengaruhi daya generator, semakin besar debit air maka semakin besar juga daya generator yang dihasilkan. Daya generator pada diagram tersebut, diperlihatkan daya terendah dengan debit 0,0010 m<sup>3</sup>/s yaitu menghasilkan 6,5 watt, dan daya tertinggi dengan debit 0,0017 m<sup>3</sup>/s yaitu menghasilkan 9,6 watt.

Dari Gambar 12, diketahui putaran generator (N2) dapat mempengaruhi daya generator, semakin besar putaran, semakin besar juga daya generator. Daya generator yang dihasilkan pada diagram tersebut, diperlihatkan daya terendah didapat dengan putaran 259 rpm yaitu, menghasilkan 6,5 watt, dan daya generator tertinggi dengan putaran 957,6 rpm yaitu, menghasilkan 9,6 watt.



Gambar 12. Diagram putaran generator (N2) terhadap daya generator

### 3.3. Efisiensi Generator

Dalam menentukan efisiensi generator ( $\eta_G$ ) diambil nilai terbesar dari daya generator dengan daya air

$$\eta_G = \frac{\text{Daya Generator}}{\text{Daya Air}} \times 100\% \tag{4}$$

$$\eta_G = \frac{\text{watt}}{\text{watt}}$$

Diketahui:

Daya generator = 8,45 watt

Daya air = 26,6 watt

$$\eta_G = \frac{9,6 \text{ watt}}{26,6 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$\eta_G = 0,367 \times 100\%$$

$$\eta_G = 36,7\%$$

Dari hasil perhitungan, maka didapatkan beberapa daya dan efisiensi yaitu, daya air (Pair), daya generator (Pg) yang dihasilkan jika diberi beban 4 buah lampu Led 3 watt, serta efisiensi generator yang dalam Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Tabel Daya Dan Efisiensi

Q (m <sup>3</sup> /s)	Daya Air (Watt)	Voltase (V)	Arus (I)	Daya Generator (Watt)	Efisiensi Generator (%)
0,0008	15,6	50	0,13	6,5	41 %
0,0012	18,8	55	0,14	7,7	41 %
0,0015	23,5	58	0,15	8,5	36 %
0,0017	26,6	60	0,16	9,6	36 %

## 4. Simpulan

Dalam Penelitian ini dengan merancang dan membuat prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro sebagai listrik penerangan memanfaatkan generator, membutuhkan komponen-komponen antara lain a). Pengukur tekanan; b). Turbin berjenis pelton; c). Tacho Meter; d). Generator Ac 1 fasa; e). Avometer; f). Lampu LED hemat energi.

Proses pembuatan prototipe PLTPH (pembangkit listrik tenaga pikohidro) dilakukan dengan beberapa cara, 1). menganalisis kebutuhan dari segi alat dan bahan, 2). Memulai proses perancangan, 4). Melakukan desain alat, setelah melakukan desain dan perancangan penulis melakukan, a). proses pemotongan bahan, b). proses pengelasan bahan, c). perakitan elektrik, d). proses finishing, dan diakhir dilakukan proses pengujian.

Setelah selesai mengerjakan dan penyusunan tugas akhir ini, maka bisa kami ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. - Pengujian prototipe (PLTPH) pembangkit listrik tenaga pikohidro, mendapatkan hasil uji terbesar daya keluaran generator adalah, pada bukaan katup aliran 100 %, dengan pressure 1,25 psi, debit 0,0017 m<sup>3</sup>/s, Head 1,6 m, didapatkan tegangan 90 Volt AC.
  - Hasil terkecil daya keluaran generator adalah pada bukaan katup aliran 55 % dengan pressure 0,4 psi, debit 0,0010, Head 1,6 m, didapatkan tegangan 50 Volt AC.
2. Pengujian dengan bukaan katup aliran 100 % dihasilkan 979,2 Rpm Generator, Volt 90 pada saat tanpa beban, serta 957,6 Rpm Generator, Volt 60 dan Arus 0,13 A pada ketika diberikan beban 4 buah lampu LED (3 watt) AC
3. Hasil rancangan turbin yang dibuat belum dapat menghasilkan unjuk kerja secara optimal karena head dan pressure masih terlalu kecil.

#### Daftar Pustaka

- [1] Septian Dhimas, *Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Sel Surya Untuk Penerangan Jalan*, Publikasi Ilmiah, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- [2] Nurva Alipan dan Nurhening Yuniarti., *Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hydro Dengan Memanfaatkan Alternator Untuk Membantu Penerangan Jalan Seputaran Kebun Salak*, 2(2):59-70, 2018.
- [3] *Sistem Informasi Dan Pemesanan Penjualan Pallet Kayu Mendasarkan Web Pada PT. RKA Purwakarta*, 1(1):40-50, 2019.
- [4] Ahmad Apandi, *Pemanfaatan Model Sistem RFID Sebagai Alat bantu Dalam Penulisan Berita Acara Perkuliahan Berbasis Web Dengan Teknik Pemrograman Berorientasi Objek*, 3(1):1-18, 2016.
- [5] Wahyu Hidayat, Prinsip Kerja dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), INA-Rxiv, March 31 2019. <https://osf.io/preprints/inarxiv/drv58/>
- [6] NN. Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant. ESHA 2004
- [7] Henanto Pandu dan Dwi Aries., *Pembuatan dan Penguian Turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran*, 12(2):54-62, 2017.
- [8] Ho-Yan, Bryan. Lubitz,W David, *Performance evaluation of cross-flow turbine for low head application*. World Renewable Energy Congress – Sweden, 2011.
- [9] Silvester Sandy, *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Di Aliran Sungai Sekitar Bangunmulyo, Girikerto, Turi, Sleman*, Laporan Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.
- [10] Dewatama, dkk, *Kendali Dc-Dc Converter Pada Portable Pico-Hydro Menggunakan Pid Controller*, Jurnal Eltek, Hal 113-124, 2018. <file:///C:/Users/dynabook/AppData/Local/Temp/103-1-286-1-10-20181219.pdf>
- [11] Iwan Ardianto, *Pembuatan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, 2017.
- [12] Abdullah Fahris, *Perbaikan Dan Modifikasi Turbin Air Pelton Dengan Menggunakan Generator Dc Untuk Alat Praktikum Dilaboratorium Teknik Mesin UIA*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam As-Syafi'iyah Jakarta, 2019.