

Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* Menggunakan Turbin Impuls

Fatmawati Azis¹, Syahrul Mustafa² Andi Muhammad Ibnu Munsyir³, Mahdura⁴, Saiful Lutfi⁵,
Teknik Listrik, Politeknik Bosowa
fatmawati.azis@politeknikbosowa.ac.id¹, syahrul.mustafa88@gmail.com²
ibnuamim@gmail.com³, mahdura28@gmail.com⁴, lutfi.pbsw@gmail.com⁵,

Abstrak

Energi air adalah salah satu energi terbarukan yang kini banyak dikembangkan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan tersebut yaitu kebutuhan energi listrik, diperkirakan pada tahun 2020 kebutuhan energi listrik Indonesia meningkat pesat hingga tiga kali lipat. Selain itu, pembangkit listrik yang digunakan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energi, sebagian besar pembangkit di Indonesia berbahan bakar fosil seperti minyak, gas, batu bara. Di perkirakan akan bertahan selama 40 tahun untuk minyak bumi, 60 tahun gas alam dan 200 tahun untuk batu bara, dengan keterbatasan di tengah meningkatnya permintaan energi listrik dan tuntutan untuk mengatasi pencemaran lingkungan menjadi tantangan bagi Indonesia. Pembangkit listrik tenaga air skala kecil sering disebut dengan pembangkit listrik *microhydro* dan *pycohydro* adalah salah satu alternatif sumber pembangkit yang termasuk potensi energi terbarukan berupa air. Pada penelitian ini berfokus pada rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga *picohydro* menggunakan turbin impuls. Rancang bangun prototipe pembangkit listrik ini menggunakan 2 unit pompa yang berfungsi sebagai penghisap dan pendorong. Hasil penelitian didapatkan bahwa tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan 1 *nozzle* 164 volt jika menggunakan 2 *nozzle* tegangan yang didapatkan berkurang menjadi 116 volt karena *nozzle* yang digunakan diameternya cukup besar sehingga tekanan air berkurang.

Kata Kunci: *Picohydro*, *Nozzel*, Turbin Pelton.

Abstract

Water energy is one of the renewable energy that is now widely developed in Indonesia to meet these needs, namely electricity energy needs, it is estimated that by 2020 Indonesia's electricity energy needs will increase rapidly to threefold. In addition, power plants are used in Indonesia to meet energy needs, most of the plants in Indonesia are fossil fuels such as oil, gas, coal. It is expected to last for 40 years for petroleum, 60 years for natural gas and 200 years for coal, with the improvement amid rising demand for electricity and demands to tackle environmental pollution a challenge for Indonesia. Small-scale hydropower plants are often referred to as *microhydro* and *pycohydro* power plants are one of the alternative sources of power that include the potential of renewable energy in the form of water. The study focused on designing prototypes of *picohydro* power plants using impulse turbines. Build a prototype power plant using 2 pump units that serve as suction and thrusters. The results of the study obtained that the voltage produced by using 1 *nozzle* 164 volts if using 2 *nozzles* the voltage obtained is reduced to 116 volts because the *nozzle* used in diameter is large enough that the water pressure is reduced.

Key words: *Picohydro*, *Nozzel*, Pelton Turbin.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi adalah salah satu hal penting dalam kehidupan manusia. Meningkatnya permintaan energi dapat menjadi indikator meningkatnya kemakmuran, dan keberadaannya diharapkan mampu memenuhi pasokan listrik bagi masyarakat Indonesia. Dengan memanfaatkan sepenuh energi potensial terbarukan (skala penuh) [1].

Pembangkit listrik tenaga air di Indonesia banyak dikembangkan. Hal ini karena persediaan air di Indonesia cukup melimpah. Potensi energi listrik yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga air di Indonesia cukup besar mencapai 75 ribu MW, namun saat ini pemanfaatannya melalui penyediaan energi listrik nasional baru mencapai 10% dari total potensinya.

Sistem pembangkit *Picohydro* adalah cara yang efektif untuk membantu masyarakat terpencil dengan menghasilkan listrik menggunakan air sebagai sumber utama. *Picohydro* adalah tenaga hidroelektrik yang mampu menghasilkan output maksimum 5kW. Selain itu *Picohydro* tidak menggunakan bahan bakar dan bebas dari polusi. Pada system pembangkit *Picohydro* menginvestasikan lebih sedikit biaya instalasi tanpa bendungan atau *reservoir*. Biaya perawatan dan pergantian lebih sedikit serta ramah lingkungan untuk aplikasi jangka panjang [2].

Secara umum, prototipe pembangkit listrik *picohydro* dapat diartikan dengan alat komunikasi untuk menyampaikan materi pembelajaran. Dalam program keahlian yang bersifat praktikum. Penggunaan alat bantu berupa prototipe memiliki pengaruh bagi mahasiswa dalam memahami secara mendalam materi yang diajarkan dalam mengenal sistem pembangkit listrik tenaga *picohydro* [3].

Pada penelitian ini berfokus kepada rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga *Picohydro* menggunakan turbin impuls,

penelitian ini menggunakan turbin pelton dengan diameter 8” dan memiliki 12 sudu selain itu juga penelitian ini menggunakan 2 pompa yang mana berfungsi sebagai pendorong dan penghisap.

Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* adalah suatu pembangkit yang dapat menghasilkan energi listrik kurang dari 5 kW dan dapat diklasifikasikan sebagai pembangkit listrik berskala kecil. Prinsip pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin dan generator. Pembangkit listrik tenaga air skala piko pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran sungai. Aliran air ini selanjutnya menggerakkan turbin, lalu turbin menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik [4].

1.2 Tekanan Air

Tekanan merupakan gaya bekerja pada suatu bidang persatuan luas bidang tersebut. Tekanan air berfungsi untuk memutar kincir dengan kecepatan air [5].

1.3 Debit Air

Debit air adalah besaran yang menyatakan banyaknya air yang mengalir selama satu waktu yang melewati suatu penampang luas. Besarnya nilai dari debit air dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume Bejana}}{\text{Waktu untuk memenuhi bejana}} \dots\dots(1)$$

1.4 Turbin air

Turbin air adalah alat yang mengubah energi aliran air menjadi energi mekanik yaitu putaran poros. Putaran poros ini dimanfaatkan untuk berbagai hal, sebagian besar putaran poros turbin air dimanfaatkan untuk memutar generator sebagai pembangkit listrik. Fungsi turbin adalah mengubah energi ketinggian air menjadi daya putaran poros. Dan pemilihan turbin dalam perencanaan pembangunan sebuah PLTMH sangat penting sebab besarnya

energi listrik yang dihasilkan tergantung dari kemampuan air dalam mengubah potensi tenaga air menjadi energi mekanik [5].

II. METODE

2.1 Perhitungan Turbin Pelton

Dari kapasitas air V dan tinggi air jatuh H dapat diperoleh daya yang dihasilkan turbin [6].

$$P = V \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \eta_t \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

P = Daya dihasilkan turbin (W)

V = Debit air (m³/s)

ρ = masa jenis air (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

H = tinggi air jatuh (m)

η_t = efisiensi turbin (hp)

Karena tidak adanya beda fase antara arus dengan tegangan pada tahanan, maka sudut $\phi = 0^\circ$ [6].

$$P = VI \dots\dots\dots (3)$$

Aliran Fluida Laju aliran volume disebut juga debit aliran (Q) yaitu jumlah volume aliran per satuan waktu. Debit aliran dapat dituliskan pada persamaan sebagai berikut [6]:

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

v = Kecepatan aliran (m/s)

A = Luas penampang pipa(m)

Q = Debit aliran (m³/s)

Selain persamaan di atas dapat juga menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

V = Volume aliran (m³)

Q = Debit aliran (m³/s)

t = waktu aliran (s)

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

v = Kecepatan atau laju aliran (m/s)

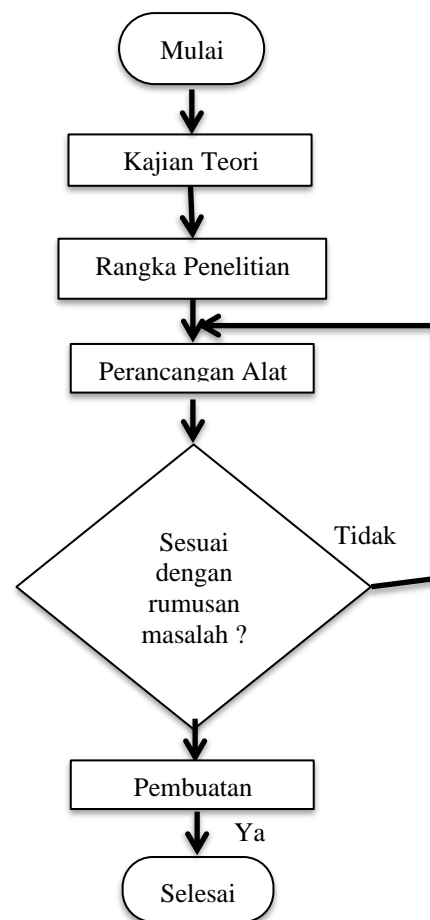
Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

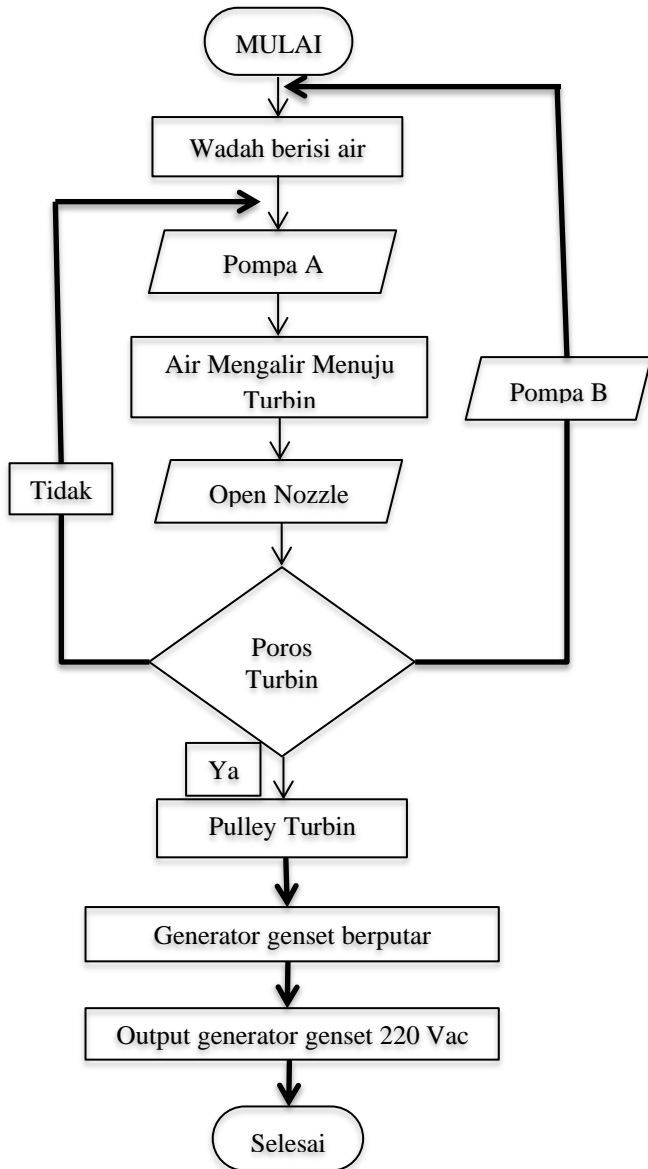
2.2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini akan dimulai dengan kajian teori pada jurnal penelitian, kemudian pembuatan rangka penelitian, setelah rangka penelitian jadi dilanjutkan dengan perancangan alat tugas akhir. Apabila perancangan alat sudah jadi dan lulus pengujian maka dilanjutkan dengan pembuatan artikel sebagai tahap terakhir pada tugas akhir. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian



2.3 FlowChart Alat



Gambar 2.3 FlowChart Alat

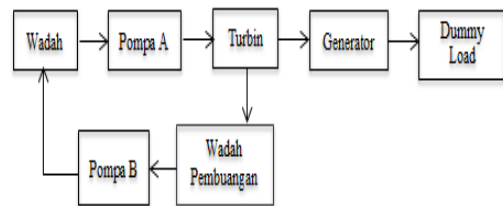
2.4 Alat dan Bahan

Terdapat alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan alat ini. Alat dan bahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

No.	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1.	Turbine Pelton	8"- 12 sudu 900-6000	1 buah
2.	Generator/Alternator	Rpm /output 220 volt	1 buah
3.	Pompa Pendorong	85 lpm	1 buah
5.	Pompa Hisap	30 lpm	1 buah
6.	Power House	Acrylic 2cm	1 buah
7.	Flange Unit With 4 Bolts	20 milli	2 buah
8.	Wadah	250 liter	1 buah
9.	Wadah Penampungan	135 liter	1 buah
10.	Pipa PVC	1/2 " , 3/4", 1", 1 1/4"	1 buah, 2 buah, 1 buah, 1 buah
11.	As besi	20 mm	1 buah
12.	Pulley	20 mm, 19mm	1 buah, 1 buah
13.	V Belt	A45	2 buah
14.	Besi Hollow	4x4	8 buah
15.	Besi Plat	2mm	1 buah

2.5 Rancangan Hasil Karya

2.5.1 Blok Diagram Sistem



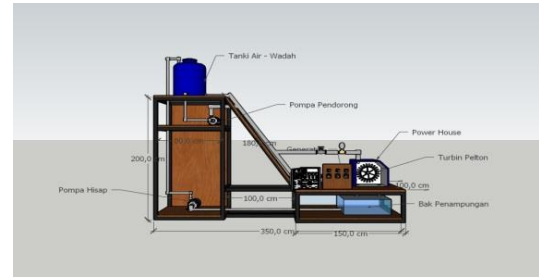
Gambar 2.5 Blok Diagram Sistem

Keterangan:

- Wadah berfungsi sebagai tempat untuk penyimpanan air dan juga berfungsi untuk turbulensi air sebelum di terjunkan.
- Pompa A berfungsi untuk meningkatkan daya dorong pada air yang jatuh dari wadah.
- Turbine berfungsi alat untuk mengubah energi potensial air menjadi menjadi energi mekanik.
- Generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik kemudian diubah menjadi energi listrik.

Tabel 2.4 Alat dan Bahan

- E. Dummy Load berfungsi sebagai beban pengganti.
- F. Wadah Pembuangan berfungsi untuk menampung air yang keluar dari hasil memutar turbin kemudian di tampung dan di sirkulasi kembali ke wadah.
- G. Pompa B berfungsi sebagai sirkulasi air dari wadah pembuangan ke wadah.



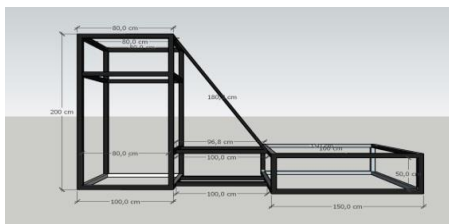
Gambar 3.4 Desain dan Spesifikasi Alat

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

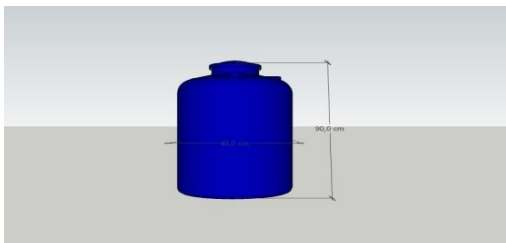
3.1 HASIL

3.1.1 Perancangan Alat

Pada perancangan alat Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* dimulai pada bagian, sebagai berikut:



Gambar 3.1 Tampak Depan



Gambar 3.2 Desain Wadah



Gambar 3.3 Desain Turbin Pelton

3.1.2 Pembuatan Alat

Untuk mengetahui proses pembuatan rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga *Picohydro* menggunakan turbin impuls maka dilakukan beberapa tahap, Adapun tahap proses pembuatan rancang bangun sebagai berikut;

1. Membuat kerangka pembangkit
2. Pemasangan roda pada rangka
3. Pengecetan pada rangka pembangkit
4. Pemasangan dinding rangka menggunakan triplek dan memasang besi plat pada meja rangka pembangkit
5. Pemasangan pompa hisap
6. Pemasangan jalur pipa dari Wadah Pembuangan ke bak tandon/Wadah
7. Pemasangan power house dan turbin
8. Pemasangan jalur pipa dari tandon yang dihubungkan ke pompa pendorong menuju ke turbin.
9. Melakukan proses finishing pada alat
10. Pengecetan pada rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga *Picohydro*

3.2 PEMBAHASAN

3.2.1 Perhitungan Debit Air

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka menghitung nilai debit air menggunakan persamaan rumus no 5 diperoleh hasil berikut :

Tabel 4.4.2 Hasil Pengukuran Generator Dengan Beban Lampu 14 Watt

No	Nozzle A	Nozzle B	Tegangan	RPM
1	Terbuka	Tertutup	148VAC	990 RPM
2	Terbuka	Terbuka	106 VAC	702,5 RPM

$$t = (2 \times 60) + 53$$

$$= 173 \text{ s}$$

$$Q = V / t$$

$$= 250 / 173$$

$$= 1,445 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2.2 Perhitungan Daya Pembangkit

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka menghitung daya pembangkit menggunakan persamaan rumus no 1 diperoleh hasil berikut :

$$V = 1,445 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = 997 \text{ kg}/\text{m}^3 = 1000 \text{ kg}$$

$$g = 9.8 \text{ m}/\text{s}^2$$

$$H = 2 \text{ meter}$$

$$P = V \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

$$= 1,445 \cdot 1000 \cdot 9,8 \cdot 2$$

$$= 28,32 \text{ watt}$$

3.2.3 Hasil Pengukuran Keluaran Generator

Dari hasil percobaan di atas terdapat penurunan tegangan dan RPM yang dihasilkan dikarenakan terbaginya tekanan air dan diameter pada *nozzle* yang mempengaruhi tekanan pada air. Salah satu terjadi penurunan tegangan dan RPM disebabkan karena adanya beban pada generator.

Tabel 3.2.3 Hasil Pengukuran Generator Tanpa Beban

No	Nozzle A	Nozzle B	Tegangan	Rpm
1	Terbuka	Tertutup	164 VAC	1080 RPM
2	Terbuka	Terbuka	116 VAC	758,7 RPM

3.2.4 Data Hasil Pengukuran Pompa Hisap

Dari tabel hasil percobaan di atas dengan menggunakan pompa hisap dengan kekuatan total head 100 meter dan debit air 30liter/m. Dengan melakukan percobaan pengujian kemampuan pompa memindahkan air sebanyak 135 liter dari wadah pembuangan ke wadah dengan ketinggian 2 meter dengan menggunakan pipa ukuran 3/4” dan 1/5” dan

Tabel 3.2.4 Data Hasil Pengukuran Pompa Hisap

No	Arus & Tegangan	Panjang & Luas Penampang Pipa		Waktu	Tinggi Tandon Terisi
		Vertikal	Horizontal		
1.	2.0 A- 224 volt	3/4"- 2meter	1/5 "- 45 cm, 1.0 " - 75 cm	1 menit	9 cm
2.	2.0 A- 224 volt	3/4"- 2meter	1/5 "- 45 cm, 1.0 " - 75 cm	3 menit	29 cm
3.	2.0 A- 224 volt	3/4"- 2meter	1/5 "- 45 cm, 1.0 " - 75 cm	5 menit	45 cm
4.	1.0 A- 224 volt	3/4"- 2meter	1/5 "- 45 cm, 1.0 " - 75 cm	7 meni	48 cm

1” yang disusun secara vertikal dan horizontal. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat Tabel 3.2.4.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab IV maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Cara pembuatan dan perancangan pada rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga *Picohydro* desain rangka alat dan desain wadah dan desain turbine di desain dengan memakai *software sketch up*. Kemudian dalam tahapan pembuatan dimulai dari tahapan pembuatan rangka pembangkit, kemudian dilanjutkan pemasangan roda setelah itu melakukan pengecatan pada rangka pembangkit. Setelah itu melakukan pemasangan dinding pada rangka dan memasang besi plat pada meja rangka. Setelah itu memasang posisi pompa hisap dan memasang jalur pipa pompa hisap. Setelah itu memasang power house dan turbin dan dilanjutkan pemasangan pompa pendorong dan penstock ke turbin. Kemudian melakukan proses pengecatan pada rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga *picohydro*.

2. Dari hasil pengujian diatas dapat kita ketahui dalam 1 menit pompa bekerja memindahkan air dari bak pembuangan ke wadah mampu memindahkan air dengan ketinggian 9cm dari dasar tandon. Sedangkan dalam waktu 2 menit air dalam tandon bertambah ketinggian menjadi 29 cm.
3. Dari hasil pengujian diatas dapat diketahui perbedaan menggunakan 2 nozzle dan 1 nozzle bahwa jika menggunakan 2 nozzle tegangan dan RPM yang dihasilkan menurun. Disebabkan terbaginya tekanan air dan diameter pada nozzle.

4.2 Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Gunakan bentuk dan ukuran roda yang sama sehingga saat roda yang dipasang alat tidak mengalami tinggi yang berbeda.
2. Untuk pembuatan pembangkit sebaiknya menggunakan ketinggian minimal 3 meter agar mampu memberikan titik jatuh yang lebih besar.
3. Menggunakan besi plat pada rangka kemiringan pembangkit agar lebih kuat.
4. Menggunakan pompa yang lebih besar diameter input dan outputnya.

Referensi

- [1] S. E. Lesmana, L. Kalsum and T. Widagdo, "A micro hydro pelton turbine prototype (Review of the effect of water debitand nozzle angle to rotation and pelton turbine power)," *Applied Master of Renewable Energy Engineering*, pp. 1-8, 2019.
- [2] A. K. Yahya, Wan Abdul Munim and Z. Othman, "Pico-hydro power generation using dual pelton turbine and single generator," in *2014 IEEE 8th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO2014)*, Langkawi Malaysia, 2014.
- [3] Sunardi, Iwan Ardianto, "Pembuatan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro," ePrintsUNY, Yogyakarta, 2017.
- [4] S. S. Asmara, "STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO DI ALIRAN SUNGAI SEKITAR BANGUNMULYO, GIRIKERTO,TURI, SLEMAN," eprints.uny.ac.id, Yogyakarta, 2016.
- [5] S. Asmara , "VARIASI JUMLAH SUDU DAN MODIFIKASI BENTUK NOSEL PADA TURBIN TURGO UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO," *Jurnal Teknik Energi Vol 15 No. 2* , pp. 81-92, 2019.
- [6] S. Assauri , I. Margianto, M.T and E. M. S.T, M.T, "PENGARUH VARIASI JUMLAH NOZZLE TERHADAP DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN PADA PROTOTYPE TURBINE PELTON," *Prototype Pelton turbine, fluid flow, rpm, power output.*, pp. 1-5, 2017.
- [7] S. Nugroho, F. H. Sholihah and N. F. Husnandanti, "Design and Build of Hydropower Testing System in Scale of Laboratory," in *International Electronics Symposium (IES)*, Surabaya, 2016.