

# Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Air *Pico Hydro* Dengan Regulator Untuk Lampu Jalan Dan *Port USB Charger*

Jutri Bonal\*, Wendy Yuniarto, Agus Riyanto

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Jurusan Teknik Elektro,  
Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak

\*Koresponden email: jutribonal0@gmail.com

Diterima: 22 April 2025

Disetujui: 30 April 2025

## Abstract

Nanga Bayan Village, tucked away in the beautiful Ketungau Hulu Sub-district of Sintang Regency, West Kalimantan, is a place full of natural wonders. It's home to stunning waterfalls, and while it's still working through some challenges with infrastructure, including limited access to electricity, internet, and transportation, the community is strong and hopeful for a better future. We're working on a prototype of a Pico Hydro Power Plant (PLTAPH) that has a voltage stabilizer. We're hoping to create a renewable energy solution for street lighting and USB charging. The system uses a Pelton turbine made from 300 mm PVC pipe with 10 blades and a 6 mm nozzle to regulate water head and flow rate. The potential energy from a 1.5-meter water drop is lovingly harnessed with the help of a water pump to drive the turbine and rotate a 24V permanent magnet DC generator capable of producing up to 30 Watts at 1300 rpm. The street lighting system has a light sensor (LDR) to automatically control it, which is great for efficiency and the environment. This research also develops a learning module based on local potential and enhances researchers' understanding of sustainable renewable energy solutions.

**Keywords:** *pico hydro, renewable energy, ldr sensor, usb port*

## Abstrak

Desa Nanga Bayan, Kecamatan Ketungau Hulu, Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat memiliki potensi sumber daya alam yang besar, seperti air terjun, namun masih mengalami keterbatasan infrastruktur seperti akses listrik, sinyal internet, dan transportasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Air *Pico Hydro* (PLTAPH) dengan regulator penstabil tegangan sebagai solusi energi terbarukan untuk penerangan jalan dan pengisian daya melalui *USB charger*. Sistem ini menggunakan turbin Pelton berbahan pipa PVC berdiameter 300 mm dengan 10 sudu dan *nozzle* 6 mm untuk mengatur head dan debit air. Energi potensial dari jatuhnya air setinggi 1,5-meter dimanfaatkan dengan bantuan pompa air untuk menggerakkan turbin dan memutar generator magnet permanen DC 24V yang mampu menghasilkan daya hingga 30-Watt pada 1300 rpm. Sistem lampu jalan dilengkapi sensor cahaya (LDR) untuk kontrol otomatis, yang mendukung efisiensi dan ramah lingkungan. Penelitian ini juga menyusun modul pembelajaran berbasis potensi lokal, serta meningkatkan pemahaman peneliti terhadap solusi energi terbarukan.

**Kata Kunci:** *piko hidro, energi terbarukan, sensor ldr, usb port*

## 1. Pendahuluan

Air merupakan potensi sumber energi yang besar, di dalam air mengandung energi potensial dan energi kinetik [1]. Air termasuk energi yang dapat di perbarui atau tidak termakan oleh waktu [2], salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah PLTA [3]. Indonesia memiliki potensi pembangkit listrik tenaga air (PLTA) sebesar 75.000 MW, potensi ini baru dimanfaatkan sekitar 6 % atau 3.529 MW [4]. Pemanfaatan aliran air tersebut termasuk dalam energi yang ramah lingkungan atau dapat disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) [5]. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) menggunakan energi potensial air sebagai penggerak turbin pelton untuk mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik untuk memutar generator agar menghasilkan listrik [6]. Turbin Pelton berfungsi mengubah energi potensial menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik pada generator [3]. Nosel sebagai pemancar air yang akan menumbuk sudu-sudu dan memutar roda turbin sehingga menghasilkan energi mekanik berbentuk putaran [7]. Putaran yang dihasilkan oleh roda turbin kemudian dihubungkan ke generator DC melalui poros turbin dan menghasilkan daya listrik [8].

Pada penelitian pertama, merancang dan menguji PLTPH yang menggunakan turbin pelton dan alternator 3 fasa untuk menghasilkan listrik yang disalurkan melalui inverter 220V untuk menerangi area kebun salak di daerah terpencil [9]. Pada penelitian kedua, mengembangkan sistem pengisian baterai untuk PLTPH menggunakan DC-DC *Buck Converter* sebagai regulator tegangan output dari generator, memungkinkan pengisian baterai yang stabil untuk aplikasi seperti lampu jalan dan *port USB* [10]. Pada penelitian ketiga, merancang PLTPH *portable* menggunakan turbin *Archimedes Screw* dan generator DC 12/24V dilengkapi dengan *Solar Charge Controller* dan modul *auto buck-boost converter* untuk mengisi daya baterai yang dapat digunakan untuk lampu jalan dan pengisian perangkat USB [11].

Desa Nanga Bayan yang terletak di Kecamatan Ketungau Hulu, Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat [12], masih terdapat beberapa tantangan terutamanya terkait energi listrik yang tidak stabil dan ramah lingkungan. Potensi air terjun di Desa Nanga Bayan memiliki aliran air yang besar dan terletak cukup dekat dengan permukiman warga. Jarak air terjun ke rumah warga sekitar 1.583,38 meter, sedangkan jarak ke tepi jalan sekitar 10 meter, dan ke perumahan desa sekitar 1.926,78 meter. Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik.

Penggunaan genset fosil menambah biaya dan polusi, sementara panel surya seringkali tidak mencukupi kebutuhan energi. Penelitian ini fokus pada masalah penerangan jalan malam dan pengecasan *handphone*, dengan solusi memanfaatkan air terjun sebagai sumber energi listrik [13]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Air *Pico Hydro* dengan regulator untuk lampu jalan dan *port USB charger*, menggunakan lampu LED HPL yang dikendalikan sensor LDR, serta memanfaatkan energi *Pico Hydro* untuk pengecasan *handphone* 5V 1,5A, dengan turbin jenis Pelton [9], [10], [11].

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan potensi air terjun di Desa Nanga Bayan untuk meningkatkan penerangan jalan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) *Pico Hydro* dengan turbin Pelton [11]. Sistem ini mengubah energi potensial air terjun menjadi listrik melalui turbin yang menggerakkan generator. Observasi lapangan menunjukkan dua air terjun di desa tersebut, masing-masing dengan ketinggian 20 meter (kemiringan 25 meter, lebar sungai 18 meter) dan 12 meter (kemiringan 15 meter, lebar sungai 18 meter) dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



**Gambar 1:** Air Terjun Pertama  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



**Gambar 2:** Air Terjun Kedua  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Penelitian ini mengajukan pemodelan alat untuk mengatasi kekurangan tenaga listrik di Desa Nanga Bayan, dengan memanfaatkan pembangkit listrik tenaga air piko hidro. Alat ini dirancang untuk menyediakan penerangan jalan menggunakan lampu LED dan mengisi daya perangkat melalui *port USB*

charger. Tujuan utama penelitian ini adalah menghasilkan purwarupa pembangkit listrik tenaga air *pico hydro* dengan regulator penstabil tegangan, serta menciptakan modul pembelajaran mengenai sistem pembangkit listrik tenaga *pico hydro*.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental dengan 3 tahapan meliputi perancangan sistem, pengujian alat dan analisa sistem [9], [10], [11].

### 2.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi pemilihan model, rancangan elektronika, desain sistem, rancangan sistem mekanik, rancangan pemrograman, serta alat dan bahan [9], [10], [11].

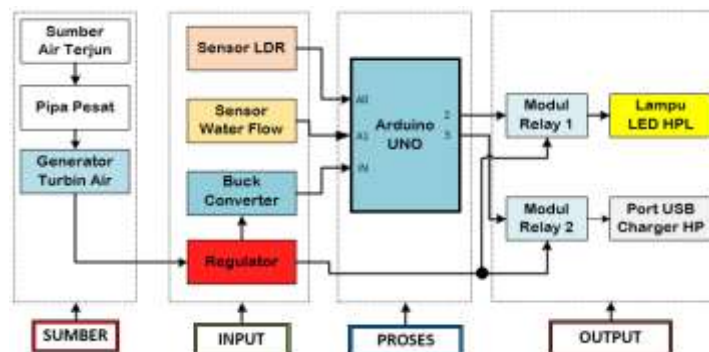
#### 2.2.1 Pemilihan Model

Pada perancangan tugas akhir ini, peneliti menggunakan model purwarupa (*prototype*) sebagai pendekatan simulasi untuk menguji fungsi dan efisiensi sistem pembangkit listrik *Pico Hydro* dengan *turbin pelton* [14]. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan tong sebagai penampung air setinggi 1,5-meter dalam sistem *loop* tertutup, menggunakan *turbin pelton* sebagai pengubah energi, serta dilengkapi regulator dan *step-down converter* untuk menstabilkan tegangan ke berbagai komponen seperti arduino, sensor, lampu, dan USB charger. Pemilihan model ini didasarkan pada desain yang sederhana, efektif, serta penggunaan material yang mudah diperoleh dan cocok untuk skala mini.

#### 2.2.2 Rancangan Elektronika

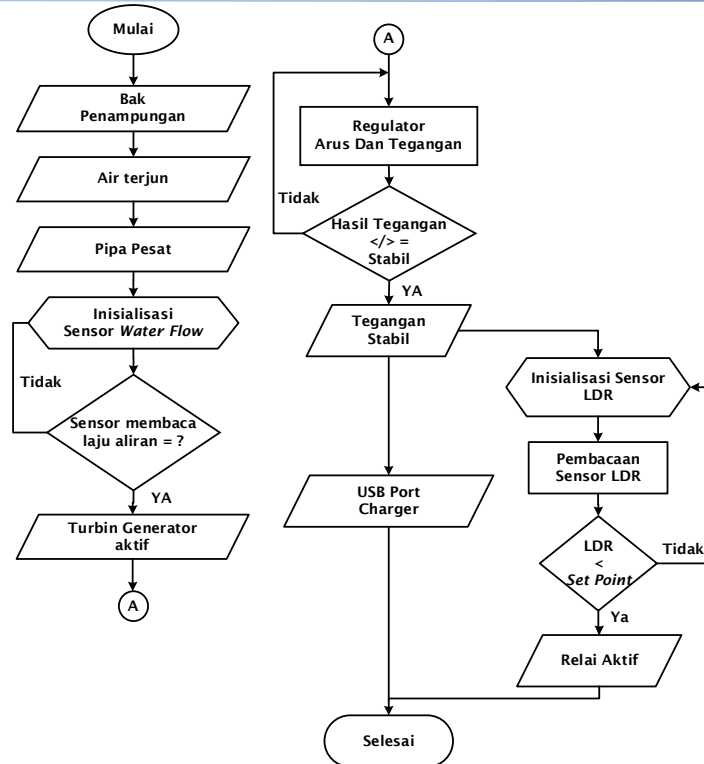
Rancangan elektronika penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pembangkit listrik tenaga air terjun *piko hidro* untuk lampu penerangan dan USB port charger dan *otomatisasi* menggunakan mikrokontroler Arduino Uno [15]. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan daya listrik dari energi mekanik alam dan dapat dikendalikan melalui kondisi lingkungan, seperti cahaya dan tekanan debit air.

Rancangan ini akan dijelaskan dalam bentuk *diagram blok* yang berisi inputan, pengontrol atau yang akan memonitoring berupa Arduino Uno dan keluaran berupa relai [14], [16]. Berikut adalah *diagram blok* dari alat yang dibuat dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3:** Diagram Blok Sistem  
Sumber: Pengolahan Data, 2025

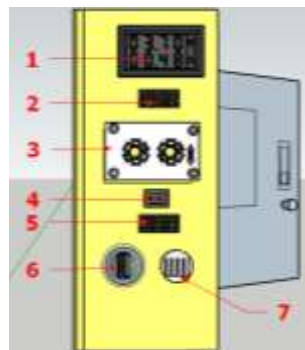
Gambaran cara kerja sistem purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Air *Pico Hydro* dengan *Regulator* untuk lampu jalan dan *port USB charger* dapat dilihat pada **Gambar 4**.



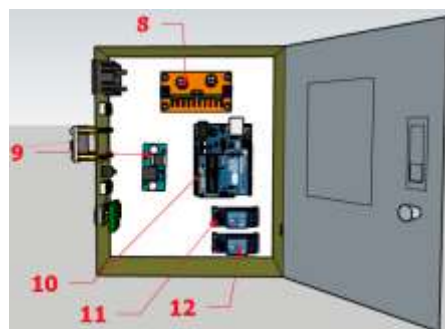
Gambar 4: Diagram Alir Sistem  
Sumber: Pengolahan Data, 2025

### 2.2.3 Desain Sistem

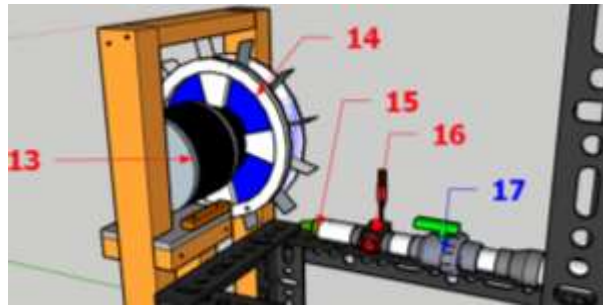
Alat dirancang agar dapat menghasilkan tekanan debit air yang akan di sumber energi mekanik untuk menggerakkan baling-baling turbin generator yang kemudian menjadi energi listrik [17], [18]. Berikut adalah desain dari alat yang dibuat, desain 3 dimensi alat mesin dapat dilihat pada **Gambar 5 - Gambar 8**.



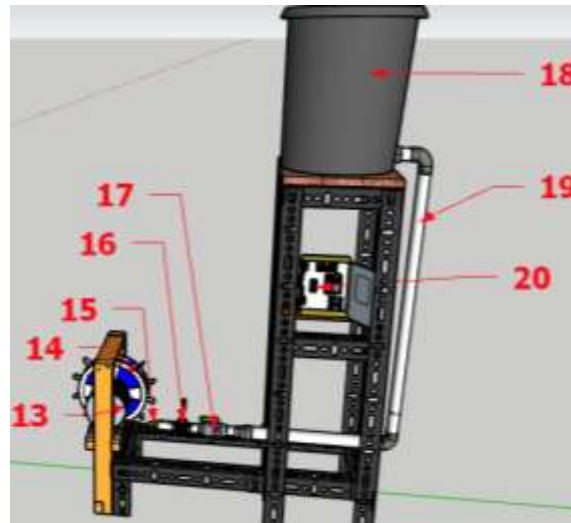
Gambar 5: Tampak Bagian Depan Box Komponen  
Sumber: Pengolahan Data, 2025



Gambar 6: Tampilan Bagian Dalam Box Komponen  
Sumber: Pengolahan Data, 2025



**Gambar 7:** Tampak Samping Bodi Turbin Generator  
 Sumber: Pengolahan Data, 2025



**Gambar 8:** Purwarupa Tampak Samping  
 Sumber: Pengolahan Data, 2025

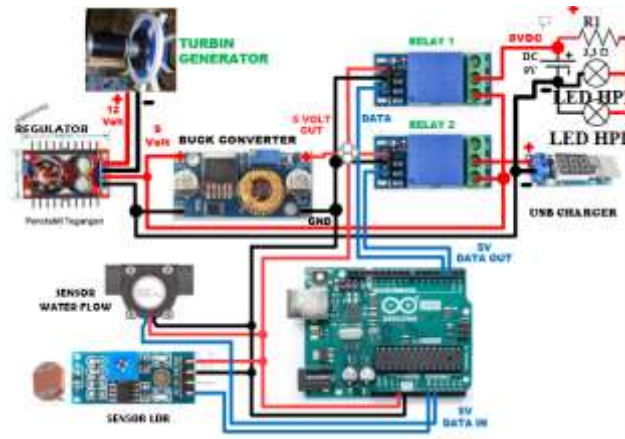
Untuk keterangan nama produk atau spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Keterangan Nama Produk atau Spesifikasi

No	Keterangan Nama Produk / Spesifikasi
1	LCD penampil arus dan tegangan generator
2	LCD penampil tegangan keluaran regulator
3	Rangkaian lampu LED HPL ( <i>High Power Led</i> )
4	Saklar on dan off supply beban
5	LCD penampil tegangan pada USB port
6	USB port Charger
7	Sensor LDR ( <i>Light Dependent Resistor</i> )
8	Komponen Regulator penstabil tegangan
9	Buck converter penurun tegangan 5-volt untuk mikro
10	Arduino Uno komponen mikro
11	Modul relay1 pengontrol <i>on/off</i> USB port charger
12	Modul relay2 pengontrol <i>on/off</i> lampu LED HPL
13	Generator pembangkit energi listrik
14	Baling-baling Turbin pemutar as generator
15	Nozzle untuk memperkecil debit air dan memperkuat tekanan debit air
16	Sensor Aliran ( <i>water flow</i> ) pembaca debit aliran air
17	<i>Ball valve</i> untuk memutuskan aliran air
18	Tong penampungan air
19	Pipa pesat untuk mengalirkan debit air
20	Box Komponen

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Rancangan desain *wiring* sistem pada diagram *wiring* keseluruhan dirancang untuk mendukung fungsi utama alat, yaitu sebagai sumber listrik untuk lampu jalan dan *port* USB charger [17] dapat dilihat pada **Gambar 9**.





**Gambar 9:** Wiring Sistem  
 Sumber: Pengolahan Data, 2025

### 2.2.4 Rancangan Sistem Mekanik

Perancangan mekanik ini terdiri dari beberapa komponen utama yang dipilih berdasarkan kinerja untuk memenuhi spesifikasi teknis. Setiap komponen dirancang agar mendukung operasi sistem secara optimal [17], [18]. Tujuan utamanya adalah memastikan sistem berfungsi efisien sesuai kebutuhan operasional. Spesifikasi purwarupa dapat dilihat pada **Tabel 2**, spesifikasi baling-baling turbin pada **Tabel 3**, Spesifikasi Generator pada **Tabel 4**, Spesifikasi Pembuatan Penutup Baling-baling Turbin di **Tabel 5**.

**Tabel 2.** Spesifikasi Purwarupa

Komponen Utama	Spesifikasi	Ket. Gambar
<b>Besi Kerangka Alat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Besi siku lubang</li> <li>- Diameter:</li> <li>- Tinggi : 1,6 meters</li> <li>- Lebar : 35 x 34 cm</li> </ul>	
<b>Bak Penampungan Air</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Karet</li> <li>- Kapasitas : 80 Liter</li> <li>- Diameter : 38 cm</li> <li>- Tinggi : 50 cm</li> <li>- Warna : Hitam</li> </ul>	

- Pipa PCV**
- Bahan : Karet
  - Panjang : 1,5 meter
  - Lebar : 48 mm
  - Tebal : 1,3 mm
  - Diameter Nozzle : 3 mm



Sumber: Pengolahan Data, 2025

**Tabel 3.** Spesifikasi Baling-Baling Turbin

Komponen	Keterangan
Jumlah Bucket	10 buah bilah
Diameter Baling-Baling	25 cm
Diameter Bucket	2,5 cm
Diameter Puli	24 cm
Material Baling-Baling	Pipa PCV dan ember bekas

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**Tabel 4.** Spesifikasi Generator

Nama	Spesifikasi
Bahan Generator	Besi
Panjang	9,4 cm
Diameter body	6,5 cm
Diameter As	6 Mm
Tegangan keluaran	24 VDC
Daya	30 Watt
Kecepatan putaran	1300 Rpm

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**Tabel 5.** Spesifikasi Pembuatan Penutup Baling-baling Turbin

Komponen	Spesifikasi
Lebar penutup baling	28 cm
Bahan penutup	Karet
Warna ember penutup	Hijau dan Hitam
Diameter lubang air masuk	10 mm
Diameter lubang air keluar	33 mm dan 20 mm

Sumber: Pengolahan Data, 2025

### 2.2.5 Rancangan Pemrograman

Program sensor cahaya menggunakan LDR berfungsi mengontrol lampu jalan secara otomatis, menyala saat gelap dan mati saat terang, untuk mendukung efisiensi energi dari pembangkit listrik tenaga air [17]. Sementara itu, program sensor aliran air digunakan untuk membaca laju aliran (*flow rate*) yang melewati turbin berdasarkan jumlah pulsa yang dihasilkan sensor. Data pulsa ini memberikan informasi debit air yang digunakan untuk mengatur suplai tegangan ke lampu dan port USB dalam sistem purwarupa.

### 2.2.6 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung perancangan pada penelitian ini [19] dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Spesifikasi Pembuatan Penutup Baling-baling Turbin

No	Nama Alat & Bahan	Keterangan
1	Multimeter	Alat ukur digunakan untuk mengukur tegangan, arus, memeriksa penyaluran pcb dan memeriksa komponen
2	Kunci baut	Kunci seperti kunci 12, 13, 14 digunakan untuk mengunci dan membuka baut saat perangkaian kerangka alat
3	Lem Pipa	Digunakan untuk menyambung pipa pcv
4	Bor	Digunakan untuk melubangi pcb, kerangka besi dan papan
5	Solder	Digunakan untuk memasang komponen dan di satukan pada PCB
6	Penyedot Timah	Digunakan untuk mencopot timah ketika mau membongkar salah satu komponen pada pcb
7	Gerinda Potong	Digunakan untuk memotong besi kerangka dan memotong pipa pcv
8	Tang Potong	Digunakan untuk memotong komponen seperti kaki resistor, kaki kapasitor, DII
9	Obeng	Digunakan untuk memasang baut pada pcb/mengunci baut
10	Tacho Meter	Digunakan untuk mengukur RPM generator
11	Generator DC	Generator Permanent Magnet DC dengan kapasitas maksimum tegangan 220-250 V dengan daya 300 W.
12	Tong	Digunakan sebagai bak penampungan air yang sampai dengan kapasitas banyak air 80 Liter.
13	Besi Siku Lubang	Besi siku lubang per batang dengan panjang 3 meter, lalu di potong sepanjang 1,5-meter sesuai dengan yang telah di tentukan.
14	Baut Siku lubang	Sekitar 60 buah untuk mengunci besi pada siku
15	Siku	Untuk mengunci antar sudut sambungan kerangka besi siku lubang.
16	Pipa PCV	1 1/2-inch panjang 1,5 meters.
17	Vlok Sock Pipa	1 1/2 - 1/2 inch.
18	Sok Drat Dalam Pipa	Digunakan untuk menyambungkan pipa dengan generator turbin atau komponen lainnya dengan ukuran 1/2 inch.
19	Knie Elbow L Pipa	Digunakan untuk membuat belokan pipa menjadi bentuk L kearah generator turbin sambungan ini memiliki diameter 1 1/2 inch.
20	Stop Kran	1/2 pvc biasa.
21	Sok Drat Dalam Pipa	1 1/2 inch.
22	LM7809CV	Ic regulator tegangan 9-volt digunakan untuk menstabilkan tegangan ke 9 volt.
23	LM7805CV	Ic regulator tegangan 5 volt digunakan untuk menurunkan tegangan ke 5 volt sebagai usb charger hp.
24	SMD LED HPL	Tegangan 3,4 Volt dan Arus 750 mA, 2 buah.
25	USB Port	Versi 123
26	Akrilik	Ukuran 20x20 cm digunakan untuk meletakkan atau menyusun wiring penyaluran keseluruhan komponen yang digunakan
27	Pompa air mini	1 buah, digunakan untuk memompa air dari bax pembuangan ke bak penampungan untuk mengkontinyukan air terjun
28	Kertas Foto	1 bungkus isi 10 lembar, digunakan untuk print penyaluran rangkaian, setelah di print lalu ditempelkan atau di strika ke pcb

Sumber: Pengolahan Data, 2025

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Implementasi Alat

Perancangan purwarupa pembangkit listrik tenaga air *Pico Hydro* dengan regulator untuk lampu jalan dan *port USB charger* [14], alat dibuat berdasarkan desain dan gambar yang telah disusun dapat dilihat pada **Gambar 10**.



**Gambar 10:** Bentuk Kerangka Alat  
 Sumber: Pengolahan Data, 2025

#### 3.2 Pengujian Alat

Pengujian purwarupa PLTA *Pico Hydro* difokuskan pada performa komponen utama untuk memastikan alat dapat menyuplai listrik secara stabil ke lampu jalan dan *port USB charger*. Pengujian meliputi analisis daya, efisiensi sistem, serta kinerja turbin, generator, regulator, dan sensor dalam berbagai kondisi debit air, pencahayaan, dan beban listrik [16], [17], [18]. Dua metode digunakan yaitu pertama, pengujian rangkaian di laboratorium dengan *power supply*; kedua, pengujian langsung pada purwarupa menggunakan pompa air untuk mensimulasikan aliran dan menghasilkan listrik. Hasil dari kedua metode dibandingkan untuk mengevaluasi efisiensi dan ketahanan sistem secara menyeluruh.

##### 3.2.1 Pengujian Rangkaian Di Labortorium

###### a. Pengukuran Lampu LED HPL

Pengukuran Lampu LED HPL satu persatu untuk mengetahui berapa kapasitas tegangan dan arus yang diperlukan per LED HPL pada cahaya terang normalnya dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Hasil Pengukuran LED High Power Led

No	Nama	Tegangan Supply	Arus Supply	Tegangan LED	Arus LED
1	LED 1	3,4 V	0,75 A	3,4 V	0,18 A
2	LED 2	3,4 V	0,75 A	3,4 V	0,16 A

Sumber: Pengolahan Data, 2025

###### b. Pengukuran Rangkaian Lampu LED HPL

Pengukuran Lampu LED HPL yang sudah dibuat rangkaian pada pcb dan menggunakan 2 buah LED untuk mengetahui berapa kapasitas tegangan dan arus yang diperlukan led HPL pada cahaya terang normalnya dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8.** Hasil Pengukuran Rangkaian Lampu High Power Led

No	Nama	Tegangan Supply	Arus Supply	Tegangan Rangkaian	Arus Rangkaian	Tegangan LED	Arus LED
1	LED 1	5 V	1,5 A	5 V	0,497 A	3,28 V	0,14 A
2	LED 2	5 V	1,5 A			3,26 V	0,22 A

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**c. Pengukuran Rangkaian Regulator Penstabil Tegangan L7809CV**

Pengukuran rangkaian regulator penstabil tegangan keluaran ke 9 Volt, pengukuran dilakukan pada tegangan masukan yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Hasil Pengukuran Rangkaian Regulator Penstabil Tegangan

No	Tegangan Supply	Arus Supply	Tegangan Input Regulator	Arus Input Regulator	Tegangan Output Regulator
1	9 V	2,5 A	9 V	2,2 mA	8,27 V
2	10 V	2,5 A	10 V	3,0 mA	9,06 V
3	11 V	2,5 A	11 V	3,1 mA	9,06 V
4	12 V	2,5 A	12 V	3,1 mA	9,06 V
5	13 V	2,5 A	13 V	3,1 mA	9,06 V
6	16 V	2,5 A	16 V	3,1 mA	9,06 V
7	17 V	2,5 A	17 V	3,2 mA	9,06 V
8	23 V	2,5 A	23 V	3,2 mA	9,06 V
9	24 V	2,5 A	24 V	3,3 mA	9,06 V

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**d. Pengukuran Rangkaian USB Port Charger Tanpa Beban**

Pengukuran rangkaian USB *Port* menggunakan regulator penstabil tegangan L7805CV keluaran ke 5 volt. Pengukuran dilakukan pada tegangan masukan yang berbeda dan tanpa beban dapat dilihat pada **Tabel 10**.

**Tabel 10.** Hasil Pengukuran Rangkaian USB port Charger

No	Tegangan Supply	Arus Supply	Tegangan Input USB Port	Arus Input USB Port	Tegangan Output USB Port
1	6 V	2,5 A	5,9 V	2,6 mA	4,6 V
2	7 V	2,5 A	6,9 V	3,0 mA	4,9 V
3	8 V	2,5 A	7,9 V	3,1 mA	4,9 V
4	9 V	2,5 A	8,9 V	3,1 mA	4,9 V
5	21 V	2,5 A	20,9 V	3,1 mA	4,9 V
6	22 V	2,5 A	21,9 V	3,2 mA	4,9 V
7	23 V	2,5 A	22,9 V	3,3 mA	4,9 V
8	24 V	2,5 A	23,9 V	3,4 mA	4,9 V
9	25 V	2,5 A	24,9 V	3,6 mA	4,9 V

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**e. Pengukuran Rangkaian USB Port Charger Dengan Beban (Lampu 5 Volt)**

Pengukuran rangkaian USB *Port* menggunakan regulator penstabil tegangan L7805CV keluaran ke 5 volt ketika di berikan beban sebuah lampu DC mini 5 volt dapat dilihat pada **Tabel 11**.

**Tabel 11.** Hasil Pengukuran Rangkaian USB Port Charger Berbeban (Lampu 5 Volt)

No	Tegangan Supply	Arus Supply	Arus Input USB Port	Tegangan Output USB Port	Arus Input USB Port dan Lampu	Tegangan Input Lampu
1	5 V	2,5 A	0,3 mA	3,44 V	0 mA	3,35 V
2	6 V	2,5 A	0,071 A	4,31 V	64,2 mA	4,31 V
3	7 V	2,5 A	0,12 A	4,98 V	0,11 A	4,98 V
4	8 V	2,5 A	0,12 A	4,99 V	0,11 A	4,99 V
5	9 V	2,5 A	0,12 A	4,99 V	0,11 A	4,99 V
6	21 V	2,5 A	0,12 A	4,99 V	0,11 A	4,99 V
7	22 V	2,5 A	0,12 A	4,99 V	0,11 A	4,99 V

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**f. Pengukuran Rangkaian Regulator Penstabil Tegangan terhubung ke Rangkaian Lampu LED HPL dan Rangkaian USB Port Charger (Berbeban Lampu 5 Volt)**

Pengukuran rangkaian regulator Penstabil Tegangan L7809CV terhubung ke rangkaian USB *Port Charger* IC L7805CV (tegangan keluaran ke 5 volt) di berikan beban sebuah lampu dc mini 5 volt, dan dihubungkan ke rangkaian lampu LED (sebagai lampu penerangan). Pengukuran dilakukan pada tegangan masukan yang berbeda dapat dilihat pada **Gambar 11**.

Tegangan Supply	Arus Supply	Tegangan Out Regulator L7809CV	Arus Out Regulator	Tegangan Rangkaian Lampu LED HPL	Arus Rangkaian Lampu LED HPL	Tegangan In USB Port (Berbeban Lampu LED)	Arus USB In Port (Berbeban Lampu LED)	Tegangan OUT USB Port (Berbeban Lampu LED)	Arus OUT USB Port (Berbeban Lampu LED)
7 V	0,157 A	5,52 V	0,12 A	5,51 V	0,11 A	5,51 V	0,04 A	3,86 V	0,04 A
8 V	0,23 A	6,45 V	0,24 A	6,39 V	0,16 A	6,18 V	0,08 A	4,45 V	0,08 A
9 V	0,31 A	7,45 V	0,30 A	7,43 V	0,20 A	7,43 V	0,09 A	4,99 V	0,11 A
10 V	0,36 A	8,42 V	0,36 A	8,39 V	0,25 A	8,41 V	0,12 A	4,99 V	0,11 A
11 V	0,40 A	9,03 V	0,38 A	9 V	0,27 A	9 V	0,12 A	5 V	0,11 A
12 V	0,37 A	9,01 V	0,35 A	9 V	0,27 A	9 V	0,12 A	5 V	0,11 A
20 V	0,37 A	9,03 V	0,37 A	9,02 V	0,27 A	9V	0,09 A	5,04 V	0,11 A
24 V	0,36 A	8,95 V	0,34 A	8,94 V	0,27 A	8,97 V	0,07 A	4,99 V	0,10 A

**Gambar 11:** Hasil Pengukuran Rangkaian  
Sumber: Pengolahan Data, 2025

**g. Hasil Pengukuran Rangkaian Regulator Penstabil Tegangan L7809CV terhubung ke Semua Beban**

Pengukuran rangkaian regulator Penstabil Tegangan L7809CV terhubung ke rangkaian USB *Port Charger* IC L7805CV (tegangan keluaran ke 5 volt) di berikan beban sebuah lampu DC mini 5 volt, dan dihubungkan ke rangkaian lampu LED dapat dilihat pada **Gambar 12**.

Tegangan Supply	Arus Supply	Tegangan Out Regulator L7809CV	Arus Out Regulator (Dengan semua komponen)	Tegangan Rangkaian Lampu LED HPL	Arus Rangkaian Lampu LED HPL	Tegangan In USB Port (Berbeban Lampu LED)	Arus In USB Port (Berbeban Lampu LED)	Tegangan Out USB Port (Berbeban Lampu LED)	Arus Out USB Port (Berbeban Lampu LED)
7 V	0,17 A	5,28 V	0,24 A	5,26 V	0,10V	5,18 V	0,12 A	3,39 V	0,01 A
8 V	0,32 A	5,99 V	0,32 A	5,96 V	0,14 A	5,84 V	0,18 A	4,06 V	0,03 A
9 V	0,41 A	6,89 V	0,41 A	6,84 V	0,17 A	6,53 V	0,24 A	4,60 V	0,07 A
10 V	0,52 A	7,78 V	0,51 A	7,63 V	0,21 A	7,22 V	0,29 A	4,99 V	0,09 A
11 V	0,59 A	8,13 V	0,58 A	8,57 V	0,25 A	8,40 V	0,31 A	5,03 V	0,10 A
12 V	0,61 A	9,04 V	0,60 A	8,92 V	0,27 A	8,71 V	0,31 A	5,02 V	0,10 A
20 V	0,60 A	9,01 V	0,58 A	8,84 V	0,27 A	8,37V	0,31 A	5,04 V	0,10 A
24 V	0,60 A	9,1-8,95 V	0,59 A	8,89 V	0,27 A	8,36 V	0,31 A	4,99 V	0,10 A

**Gambar 12:** Hasil Pengukuran Semua Rangkaian  
Sumber: Pengolahan Data, 2025

**3.2.2 Pengujian Generator Tanpa Beban Dan Terhubung Dengan Beban**

**a. Pengujian Generator Magnet Permanent Tanpa Beban**

Pengujian awal generator dilakukan terlebih dahulu pengukuran tegangan dan kecepatan rpm putaran generator, pengujian ini untuk mengetahui kapasitas awal yang di perlukan ketika generator tanpa dihubungkan ke semua beban dapat dilihat pada **Tabel 12**. Kecepatan dan tegangan yang di hasilkan tidak stabil. Pengukuran dilakukan 2 kali dan dilakukan dalam waktu beberapa detik untuk mengetahui perubahan tegangan yang dapat dihasilkan oleh generator dapat dilihat pada **Gambar 13**.

**Tabel 12.** Hasil Pengujian Generator

Kecepatan Putaran Generator (RPM)	Tegangan Keluaran Generator (Volt)
800 Rpm	16 Volt
1000 Rpm	18 Volt
1300 Rpm	24 Volt
1800 Rpm	28 Volt
2000 Rpm	33 Volt
3000 Rpm	38 Volt
3883 Rpm	42 Volt

Kecepatan Putaran Generator (RPM)	Tegangan Keluaran Generator (Volt)
3885 Rpm	43 Volt
3892 Rpm	58 Volt

Sumber: Pengolahan Data, 2025



Gambar 13: Grafik Tegangan berdasarkan Kecepatan Putaran Per Menit  
Sumber: Pengolahan Data, 2025

**b. Pengujian & Pengukuran Generator terhubung dengan Rangkaian Regulator Penstabil Tegangan L7809CV terhubung ke Semua Beban**

Pengukuran rangkaian regulator Penstabil Tegangan L7809CV terhubung ke rangkaian USB Port Charger IC L7805CV (tegangan keluaran ke 5 volt) di berikan beban sebuah lampu DC mini 5 volt, dan dihubungkan ke rangkaian lampu LED dapat dilihat pada Gambar 14.

Kecepatan Putaran RPM Generator	Tegangan Generator	Arus Generator	Tegangan Keluaran Regulator L7809CV	Arus Keluaran Regulator (Dengan semua komponen)	Tegangan Rangkaian Lampu LED HPL	Arus Rangkaian Lampu LED HPL	Tegangan Keluaran USB Port (Berbeban Lampu LED)	Arus Keluaran USB Port (Berbeban Lampu LED)	Tegangan Keluaran USB Port (Berbeban Handphone)	Arus Keluaran USB Port (Berbeban Handphone)
811 Rpm	6,6 V	0, 20 A	5,11 V	0,20 A	5,02 V	0,11 A	3,32 V	0,07 A	4,90 V	0,06 A
1077 Rpm	9,05 V	0, 36 A	6,57 V	0,36 A	6,52 V	0,19 A	3,60 V	0,08 A	4,60 V	0,08 A
1267 Rpm	10,16 V	0, 47 A	7,45 V	0,47 A	7,45 V	0,24 A	4,95 V	0,09 A	4,64 V	0,08 A
1370 Rpm	10,9 V	0, 53 A	8,20 V	0,51 A	8,31 V	0,29 A	4,98 V	0,09 A	4,65 V	0,08 A
1453 Rpm	11,72 V	0, 54 A	8,85 V	0,54 A	8,76 V	0,30 A	4,98 V	0,09 A	4,66 V	0,08 A
1557 Rpm	12,73 V	0, 56 A	8,96 V	0,54 A	8,92 V	0,31 A	4,98 V	0,09 A	4,67 V	0,08 A
1702 Rpm	13,93 V	0, 58 A	9 V	0,54 A	8,94 V	0,31 A	4,98 V	0,09 A	4,69 V	0,08 A
1902 Rpm	15,72 V	0, 58 A	9,02 V	0,54 A	8,94 V	0,31 A	4,98 V	0,09 A	4,62 V	0,08 A



Gambar 14: Hasil Pengujian Generator dihubungkan dengan Semua Beban  
Sumber: Pengolahan Data, 2025

**3.2.3 Pengujian sensor LDR**

**a. Intensitas Cahaya**

Menggunakan LDR, nilai tegangan analog (0-1023) yang terbaca dari pembagi tegangan dikonversi ke tingkat intensitas cahaya (*lux*) dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Dokumentasi Program Sensor LDR

Kondisi 1	Kondisi 2
	
Kondisi 1	Kondisi 2
Ketika sensor LDR terkena cahaya bernilai ADC 500 maka lampu mati atau berlogika LOW	Ketika sensor LDR tidak terkena cahaya bernilai ADC 300 maka lampu hidup atau berlogika HIGH

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**b. Data yang Dihasilkan**

Hasil pengujian berdasarkan program di atas, di mana sensor LDR membaca nilai cahaya, dan relay mengontrol nyala atau matinya lampu berdasarkan nilai *threshold* 500 dapat dilihat pada **Tabel 14**.

**Tabel 14.** Hasil Pengujian Sensor Cahaya

No	Kondisi Cahaya	Nilai ADC LDR	Tegangan Keluaran (V)	Status Relay (Pin 2)	Status Lampu
1	Terang (Siang)	700-1023	> 3.5V	LOW (0)	Mati
2	Redup (Senja)	400-699	2.0V - 3.4V	LOW/HIGH (0/1)	Mati/Menyala
3	Gelap (Malam)	0-399	< 2.0V	HIGH (1)	Menyala

Sumber: Pengolahan Data, 2025

**c. Analisa Sistem**

Sensor LDR mampu konsisten dalam mendeteksi perubahan intensitas cahaya di lingkungan. Sistem dapat secara otomatis mengontrol status lampu LED berdasarkan nilai resistansi yang dibesikan dan diukur oleh sensor. Ketika pembacaan nilai ADC mencapai 300, lampu LED menyala (Status *ON*), sedangkan pada pembacaan nilai ADC 500, lampu LED mati (Status *OFF*). Pada pengujian yang telah dilakukan stabilitas sistem dalam beradaptasi dengan kondisi pencahayaan sekitar dapat efisien.

**3.3 Pengujian Alat**

**3.3.1 Perancangan Purwarupa PLTA Pico Hydro (PLTAPH)**

Purwarupa berhasil dirancang menggunakan turbin pelton, generator magnet permanen, dan regulator. Pompa air digunakan sebagai sumber air buatan dengan debit dan tekanan tertentu. Generator menghasilkan tegangan dan arus cukup untuk beban, dan regulator L7809CV menstabilkan output di 9V.

**3.3.2 Perancangan Lampu LED Sederhana Otomatis**

Lampu LED HPL dirancang dengan sensor LDR dan Arduino Uno. Sistem ini otomatis menyala saat gelap dan mati saat terang, meningkatkan efisiensi energi dari PLTAPH.

**3.3.3 Perancangan Regulator dan Port USB Charger Sederhana**

Regulator L7809CV dan L7805CV berhasil diuji. Regulator 9V untuk lampu LED dan 5V untuk USB port charger. USB port dapat digunakan untuk mengisi daya perangkat seperti handphone dan lampu 5V.

**3.3.4 Pengujian Generator Tanpa Beban**

Pompa air digunakan untuk menghasilkan tekanan. Generator menghasilkan tegangan bervariasi tergantung putaran turbin, dari 12V pada 1.419 RPM hingga 58,6V pada 3.892 RPM. Penggunaan puli meningkatkan efisiensi putaran.

**3.3.5 Pengujian Menggunakan Desain Purwarupa**

Pengujian awal dengan debit dan tekanan rendah gagal memutar turbin. Pompa air akhirnya digunakan untuk memastikan tekanan cukup guna menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik.

**3.3.6 Pengujian Generator Menggunakan Pompa**

Pompa menghasilkan tekanan air tinggi. Generator tanpa beban menghasilkan 42,7–58,6V. Saat dihubungkan ke regulator dan beban (lampu, USB port), sistem bekerja stabil. Tegangan input 15V dapat distabilkan ke 9V, menyalakan semua komponen dengan arus 0,08–0,09A.

**3.3.7 Pengujian Sensor LDR**

Sensor LDR bekerja sesuai fungsi, mendeteksi intensitas cahaya dan mengontrol lampu. Berdasarkan data, lampu menyala pada ADC 0–399 dan mati pada 700–1023. Sistem kontrol bekerja sesuai harapan.

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan proses perancangan dan pengujian sistem secara menyeluruh, dapat disimpulkan bahwa purwarupa “Pembangkit Listrik Tenaga Air Pico Hydro dengan Regulator untuk Lampu Jalan dan Port USB Charger” berhasil dibuat dan berfungsi sesuai tujuan. Purwarupa ini mampu menyuplai beban seperti lampu jalan, USB charger, dan komponen mikro lainnya secara stabil, di mana generator menghasilkan putaran 1.370–1.902 RPM dengan tegangan 10,9–15,72 Volt dan arus 0,53–0,58 Ampere. Sistem ini memberikan gambaran solusi alternatif pemenuhan listrik di desa Nanga Bayan, terutama untuk penerangan jalan dan pengisian daya, dengan sistem kontrol otomatis berbasis sensor LDR yang berfungsi baik sesuai intensitas cahaya lingkungan.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] J. B. Sinaga, N. Tanti, and S. Erwiyantoro, "Perancangan Model Sistem Pembangkit Listrik Menggunakan Turbin Aliran Silang," *Semin. Nas. Has. Penelit. Sains, Tek. dan Apl. Ind.*, pp. 1–11, 2019, [Online]. Available: <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/16083>
- [2] A. D. Pangestu and K. Nurwijayanti, "Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan Teknik Turbulent Whirlpool," *J. Ikraith-Teknologi*, vol. 5, no. 3, pp. 58–65, 2021.
- [3] Sarjono and E. Susanto, "Pengaruh Variasi Jarak Nozel Pada Sudu Terhadap Daya Dan Efisiensi Yang Dihasilkan Oleh Miniatur Turbin Pelton," *JME (Jurnal Mek. dan Energi)*, vol. 2, no. 01, pp. 31–35, 2022.
- [4] A. Ulinuha and T. S. Putra, "Prototype of Microhydro Power Generation for Street Lighting Controlled by LDR Sensor," *Pros. Univ. Res. Colloq.*, pp. 26–34, 2023, [Online]. Available: <https://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/2197>
- [5] S. Anwar, M. T. Tamam, and I. H. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 7, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.7-10.
- [6] N. Rosli *et al.*, "Studi Kasus Peningkatan Daya Dan Efisiensi Turbin Air Setelah Overhaul Pada PLTA Kapasitas 175 MW," *J. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2015.
- [7] H. Assiddiq S, Asrul, J. Anggara, and hairul Anwar, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Trubin Pelton Skala Laboratorium Sebagai Media Pembelajaran," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 107–111, 2023.
- [8] H. A. Rahmawan, "Rancang Bangun Turbin Pelton Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Skala Laboratorium," *Fak. Vokasi Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, pp. 1–37, 2018.
- [9] N. Alipan, "Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hydro Dengan Memanfaatkan Alternator Untuk Membantu Penerangan Jalan Seputaran Kebun Salak," *J. Edukasi Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 59–70, 2018, doi: 10.21831/jee.v2i2.22457.
- [10] M. Taufiqurrohman, W. Aribowo, A. L. Wardani, and R. Rahmadian, "Portable pembangkit listrik tenaga piko hidro untuk power station charger," *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 11–18, 2023.
- [11] M. N. Hidayat and N. Syaquiramadhan, "Design and Analysis of a Battery Charging System for a Pico-Hydro Power Plant," *Int. J. Front. Technol. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 75–84, 2023, doi: 10.33795/ijfte.v1i2.4715.
- [12] A. Antonius *et al.*, "Strategi Pengembangan Desa di Daerah Perbatasan Berdasarkan Potensi Pertanian Lokal: Studi Kasus di Desa Nanga Bayan, Kabupaten Sintang Sebagai Daerah Perbatasan Indonesia-Malaysia," *Ganaya J. Ilmu Sos. dan Hum.*, vol. 7, no. 2, pp. 98–115, 2024, doi: 10.37329/ganaya.v7i2.3180.
- [13] N. Nofriadi, A. Aziz, and R. I. Mainil, "Design and Manufacture of Portable Screw Turbine of Pico Hydro Power Plant for Road Lighting in Rural Area," *J. Ocean. Mech. Aerosp. -science Eng.*, vol. 67, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.36842/jomase.v67i1.330.
- [14] Taufik Indra Amirudin, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Berbasis Motor Dc Pada Penerapan Metode Light Trap," *J. Tek. Elektro*, vol. 12, pp. 27–67, 2023.
- [15] M. S. Sungkar, G. D. Ramady, A. G. Mahardika, H. Fadriani, and A. H. Mutaqin, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Berbasis Kontrol Arduino Uno," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 10, no. 2, p. 91, 2021, doi: 10.30591/polektro.v10i2.2692.
- [16] M. Jumnahdi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro," *Majamecha*, vol. 5, no. 2, pp. 86–98, 2023.
- [17] S. A. Setiawan *et al.*, "Prototype Lampu Penerangan Jalan Otomatis," *J. PROSISKO*, vol. 11, no. 1, pp. 119–127, 2024.
- [18] Moh. Aprilianto Nafian, "Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Tipe Cross - Flow Moh," *Fak. Tek. Univ. neger Surabaya*, vol. 9, pp. 251–260, 2021.
- [19] I. N. Widiani, I. A. D. Giriantari, and I. N. Setiawan, "Perancangan Penstock (Pipa Pesat) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Banjar Dinas Mekarsari, Desa Panji, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 2, p. 235, 2020, doi: 10.24843/mite.2020.v19i02.p16.