

**PROTOTIPE *HYBRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICO*  
*HYDRO* DAN TENAGA SURYA *Off GRID***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**SURYA AKMAL**

**20.812.0011**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)12/8/25

**PROTITPE *HYBRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICO*  
*HYDRO* DAN TENAGA SURYA *Off GRID***

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh:

**Surya Akmal**

**20.812.0011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## LEMBAR PENGESAHAN

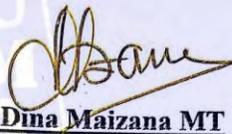
Judul Skripsi : Prototipe *Hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* dan  
Tenaga Surya *Off Grid*

Nama : Surya Akmal

Npm : 20.0812.0011

Disetujui

Komisi Pembimbing

  
Dr. Ir Dina Maizana MT

Pembimbing



  
Dr. Eng. Supriatno, ST, MT

Dekan



  
H. Habi Satria, MT, M.Kom, IPM, ASEAN Eng

Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 11 Maret 2025

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan secara jelas sesuai dengannorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 11 Maret 2025



Surya Akmal

NPM. 20.812.0011

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Surya Akmal  
Npm : 20.812.0011  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PROTOTIPE *HYBRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICO HYDRO* dan TENAGA SURYA *OFF GRID*”.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai milik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada Tanggal: 11 Maret 2025

Yang Menyatakan

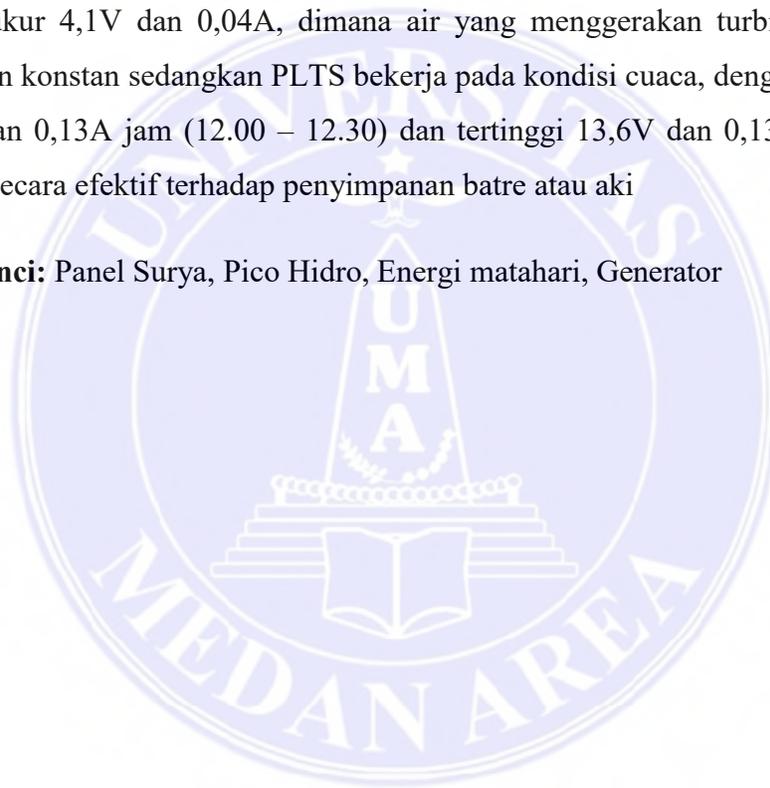


(Surya Akmal)

## ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam mendorong segala jenis aktivitas roda kehidupan manusia, Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik energy terbarukan (*renewable energy*). Metode penelitian ini adalah melakukan perancangan alat PROTOTIPE HYBRID PLTPH DAN PLTS OFFGRID. Pengujian dilakukan pada tanggal 11 september 2024 dan 17 oktober 2024 dan hasil sebai berikut untuk PLTPH data terukur 4,1V dan 0,04A, dimana air yang menggerakkan turbin menghasilkan kecepatan konstan sedangkan PLTS bekerja pada kondisi cuaca, dengan data terendah 10,5V dan 0,13A jam (12.00 – 12.30) dan tertinggi 13,6V dan 0,13A. Prototipe ini bekerja secara efektif terhadap penyimpanan batre atau aki

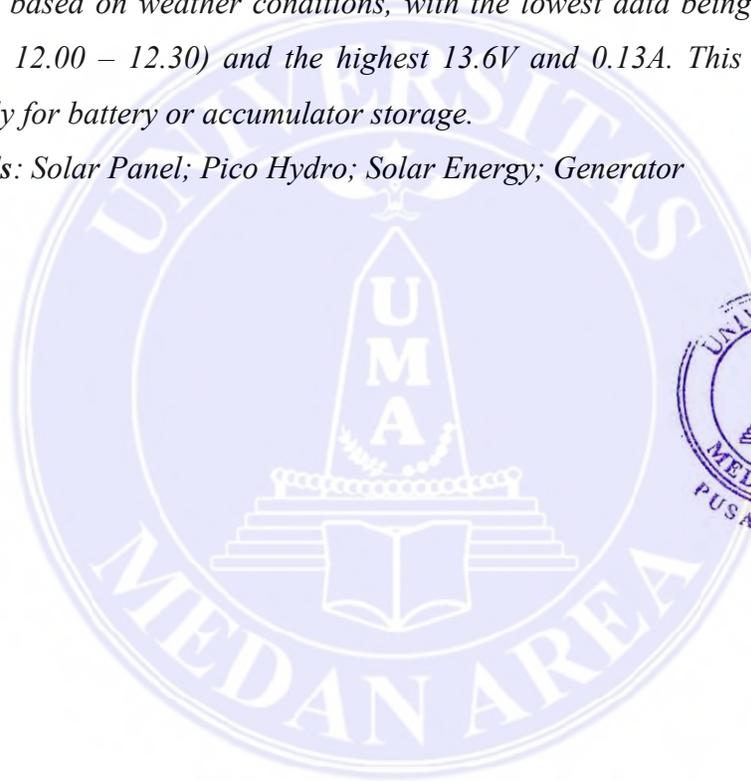
**Kata kunci:** Panel Surya, Pico Hidro, Energi matahari, Generator



## ABSTRACT

*Electric energy is a basic need in driving all kinds of human life activities. Pico Hydro Power Plant (PLTPH) and Solar Power Plant (PLTS) are renewable energy power plants. This research method was to design a PROTOTYPE OF HYBRID OFF-GRID PLTPH AND PLTS. Testing was conducted on September 11, 2024, and October 17, 2024, with the following results: for PLTPH, the measured data were 4.1V and 0.04A, where the water that rotated the turbine produced a constant speed, while PLTS operated based on weather conditions, with the lowest data being 10.5V and 0.13A (between 12.00 – 12.30) and the highest 13.6V and 0.13A. This prototype worked effectively for battery or accumulator storage.*

**Keywords:** Solar Panel; Pico Hydro; Solar Energy; Generator



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 02 Januari 2003 dari ayah Surianto dan ibu Siti Aminah. Penulis merupakan anak ke-3 dari 3 bersaudara. Tahun 2020 Penulis lulus dari SMK PAB 1 HELVETIA dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tanggal 1 Agustus sampai 1 September 2023 penulis melakukan kerja praktek (KP) di PT. RAZZA PRIMA TRAFI



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia- Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Pembuatan alat ini berjudul “Prototipe Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Pico hydro dan Tenaga Surya OffGrid”

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi, moral dan spiritual. Selayaknya penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang Tua dan saudara penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, MT, M.Kom, IPM, ASEAN Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
5. Ibu Dr.Ir Dina Maizana MT selaku Dosen Pembimbing.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Medan, 11 Maret 2025

Penulis,



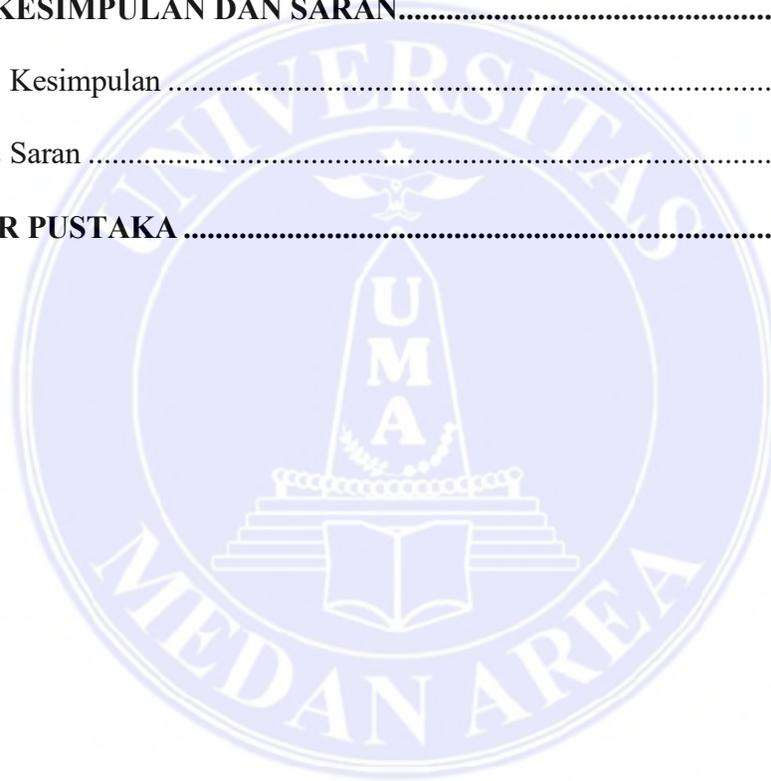
(SURYA AKMAL)

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematik Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Energi Terbarukan.....	6

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga <i>PicoHydro</i> .....	8
2.3 Cara Kerja PLTPH.....	10
2.4 Generator DC.....	11
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	12
2.6 Cara Kerja PLTS.....	14
2.7 Relay.....	17
2.8 Alat Ukur Voltmeter dan Amperemeter.....	17
2.9 Lampu Pilot.....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.1.1 Tempat Penelitian.....	19
3.1.2 Waktu Penelitian.....	19
3.2 Metode Penelitian.....	20
3.3 Bahan dan Alat.....	23
3.4 Blok Diagram.....	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	27
3.6 Skema Rangkaian.....	28
3.7 Parameter yang dianalisis.....	31
3.7.1 Pengukuran.....	31
3.7.2 Analisa Data.....	31
3.8 Analisis Kinerja Tenaga <i>PicoHydro</i> dan Tenaga Surya.....	32
3.8.1 Analisis Kinerja <i>PicoHydro</i> .....	32
3.8.2 Analisis Kinerja Tenaga Surya.....	33

3.8.3 Analisis PLTPH dan PLTS .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1 Perancangan Alat .....	35
4.2 Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga <i>PicoHydro</i> .....	36
4.3 Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	37
4.4 Pengujian <i>Hybrid</i> PLTPH dan PLTS .....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Energi Terbarukan .....	7
Gambar 2.2 Generator Dc.....	11
Gambar 2.3 Panel Surya .....	13
Gambar 2.4 Modul Panel Surya .....	15
Gambar 2.5 Aki/Baterai.....	16
Gambar 2.6 Regulator Aki .....	16
Gambar 2.7 Relay .....	17
Gambar 2.8 Alat Ukur Digital .....	18
Gambar 2.9 Lampu Indikator .....	18
Gambar 3.1 Flowchart Kegiatan Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Blok Diagram .....	26
Gambar 3.3 Skema Rangkaian PLTS.....	28
Gambar 3.4 Skema Rangkaian PLTPH .....	28
Gambar 3.5 Pembangkit Listrik PLTPH dan PLTS <i>Hybrid</i> .....	29
Gambar 3.6 Skema Rangkaian Relay .....	29
Gambar 4.1 Kotak Kontrol Pembacaan Tegangan Arus .....	35
Gambar 4.2 Tampilan Dalam Kotak Kontrol.....	36
Gambar 4.3 Grafik Perhitungan PLTPH .....	37
Gambar 4.4 Grafik Perhitungan PLTS .....	38
Gambar 4.5 Grafik Perhitungan <i>Hybrid</i> PLTPH dan PLTS.....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian .....	20
Tabel 3.2 Bahan dan Alat .....	23
Tabel 4.1 Perhitungan Dengan dinamo Dc atau generator Dc .....	37
Table 4.2 Perhitungan Dengan Panel Surya atau Solar Panel .....	38
Table 4.3 Perhitungan <i>Hybrid</i> PLTMH dan PLTS <i>OffGrid</i> .....	39



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam mendorong segala jenis aktivitas roda kehidupan manusia, yaitu dapat digunakan sebagai penerangan, fasilitas umum, keperluan rumah tangga, keperluan industri dan juga membantu peningkatan perekonomian Negara (Eko, 2016). Penggunaan sumber energi terbarukan merupakan solusi dalam menjawab tantangan krisis energi yang terjadi. Salah satu energi terbarukan yaitu dengan pemanfaatan air. Hal ini disebabkan karena letak geografis Indonesia yang tidak semua daerah dapat dijangkau oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Keuntungan yang diperoleh dari pemanfaatan air dan matahari diantaranya di daerah yang mempunyai sumber air, dan pola pemukiman yang dekat dengan sumber pembangkit, dapat dikembangkan pembangkit listrik tenaga air dan tenaga surya pada skala kecil (Ari Rahayuningtyas, 2014).

PLT *Pico Hydro* pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* memiliki banyak manfaat dari berbagai aspek. Dari aspek kepentingan lingkungan hidup, penggunaan PLTPH memberikan sumbangan yang sangat berarti dalam penghematan energi. Selain itu, juga berkontribusi terhadap perbaikan mutu lingkungan hidup karena mengurangi

penggunaan bahan bakar fosil yang berdampak terhadap polusi udara, hujan asam, dan efek rumah kaca. Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* sangat penting dalam membantu pemerintah menanggulangi krisis energi yang sedang terjadi saat ini terutama untuk meningkatkan rasio kelistrikan pada daerah-daerah yang tidak mampu dijangkau jaringan listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara).

Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Hal tersebut merupakan salah satu keunggulan mikrohidro, yakni tidak menimbulkan kerusakan lingkungan. Perbedaan antara Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan pico hydro terutama pada besarnya tenaga listrik yang dihasilkan, PLTA dibawah ukuran 200 KW digolongkan sebagai mikrohidro. Selain itu keuntungan dengan penggunaan PLTPH adalah pembangkit listrik ini tidak rumit dalam pembuatannya, harganya yang relatif murah dan yang tidak kalah penting kita sudah memiliki SDM kompeten dibidang tersebut. Dari keuntungan-keuntungan tersebut sangatlah tidak logis apabila pemerintah daerah tidak mempertimbangkan alternatif energi ini.

Pembangkit listrik tenaga cahaya matahari merupakan salah satu pembangkit listrik energi terbarukan (*renewable energy*), sehingga sangat baik untuk dikembangkan guna memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat khususnya di Indonesia. Pembangkit listrik dengan sumber energi awal sinar matahari ini sangat baik dikembangkan di Indonesia karena geografis Indonesia berada di daerah khatulistiwa. Piranti utama pembangkit listrik energi sinar matahari adalah modul sel surya, modul sel surya adalah gabungan sejumlah sel surya yang berfungsi

merubah secara langsung energi cahaya menjadi energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh modul sel surya dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban modul atau panel sel surya. Sel surya (photovoltaic) adalah suatu alat semikonduktor dimana penyerapan sinar matahari akan menimbulkan muatan-muatan listrik. Disini energi sinar matahari diubah langsung menjadi energi listrik dengan cara menjatuhkan sinar matahari pada bidang batas dari dua macam bahan semikonduktor yang ada di dalam suatu elemen sel surya (Sulasno, 2009).

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membuat sistem *hybrid*?
2. Bagaimana membuat pembangkit listrik tenaga *pico hydro*?
3. Bagaimana membuat pembangkit tenaga surya?
4. Bagaimana membuat sistem off grid?

## 1.3 Batas Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem yang dibuat dalam bentuk prototipe.
2. Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* menggunakan dinamo kapasitas 2Kw.
3. Pembangkit listrik tenaga surya menggunakan panel surya dengan kapasitas 10Wp.

## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Membuat prototipe *hybrid* pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dan tenaga surya *off grid*.
2. Menganalisa keluaran dari sistem pembangkit tenaga *hybrid*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun anfaat yang diharapkan dari pembuatan alat ini adalah:

1. Menjadi inovasi baru dalam perancangan prototipe dengan memanfaatkan air dan cahaya matahari.
2. Mengurangi dampak dari penggunaan bahan bakar fosil yang akan merusak lingkungan.

## 1.6 Sistematik Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, terdapat beberapa sistematika penulisan yang akan diuraikan berdasarkan beberapa pembagian dalam bab-bab yang akan dibahas, yaitu sebagai berikut:

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan terkait latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah dan tujuan penelitian.

## 2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang pokok pembahasan landasan teori atau materi yang mendasar dalam pelaksanaan penelitian ini.

## 3. BAB III METODE PENELITIAN

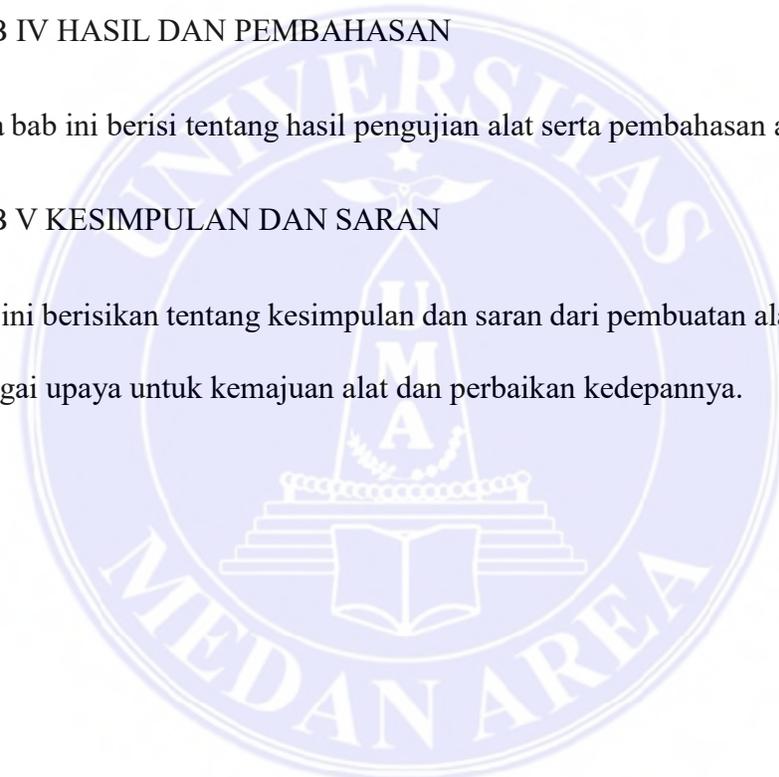
Berisikan tentang waktu dan pelaksanaan kegiatan penelitian serta metode yang digunakan atau di terapkan dalam tugas akhir ini.

## 4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil pengujian alat serta pembahasan alat.

## 5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk kemajuan alat dan perbaikan kedepannya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Energi Terbarukan

Istilah energi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *energia* yang berarti aktivitas (*energōs* yang berarti aktif). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia pengertian energi, yakni sebagai berikut: Energi n Fis kemampuan untuk melakukan kerja (misalnya untuk energi listrik dan mekanika); daya (kekuatan) yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan, misalnya dapat merupakan bagian suatu bahan atau tidak terikat pada bahan (seperti sinar matahari); tenaga. Sumber energi adalah sesuatu yang dapat menghasilkan energi, baik secara langsung maupun melalui proses konversi atau transformasi. Sumber energi merupakan sebagian dari sumber daya alam yang meliputi minyak dan gas bumi, batu bara, air, panas bumi, gambut, biomassa, dan sebagainya, baik secara langsung atau tidak langsung dapat dimanfaatkan sebagai energi.

Energi terbarukan adalah energi dari sumber alam yang lebih cepat proses pembaruannya dibandingkan dalam menghabiskannya. Sinar matahari dan air adalah contoh dari sumber energi yang terus menerus dapat terbarukan, yang mana terdapat banyak sekali sumber energi terbarukan yang tersedia di bumi. Di sisi lain, bahan bakar fosil (seperti batubara, minyak dan gas) adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui begitu saja, dan membutuhkan waktu hingga ratusan juta tahun untuk dapat terbentuk lagi. Menghasilkan energi terbarukan merupakan kunci untuk

mengatasi krisis iklim. Energi terbarukan sekarang akan lebih murah di banyak negara, dan menciptakan lapangan kerja lebih banyak tiga kali daripada dari bahan bakar fosil.



Gambar 2.1 Energi terbarukan  
[<https://elektro.ittelkom-pwt.ac.id>]

Energi matahari: Adalah sumber energi yang paling melimpah dan bahkan dapat dimanfaatkan saat cuaca berawan. Laju di mana energi surya ditangkap oleh Bumi sekitar 10.000 kali lebih besar daripada laju konsumsi energi manusia. Teknologi surya dapat menghasilkan panas, pendinginan, penerangan alami, listrik, dan bahan bakar untuk berbagai aplikasi. Teknologi surya mengubah sinar matahari menjadi energi listrik baik melalui panel fotovoltaik maupun melalui cermin yang mengkonsentrasikan radiasi surya.

Energi air: Saat ini, tenaga air merupakan sumber energi terbarukan terbesar di sektor listrik. Tenaga air mengandalkan pola curah hujan yang umumnya stabil, dan dapat terpengaruh secara negatif oleh kekeringan yang disebabkan oleh perubahan iklim atau perubahan dalam ekosistem yang memengaruhi pola curah hujan. Namun,

infrastruktur yang diperlukan pada energi tenaga air juga memiliki dampak pada ekosistem. Karena itu, banyak yang menganggap tenaga hidro atau air skala kecil sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan, terutama cocok untuk masyarakat di lokasi terpencil.

## 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro*

PLTPH mengandung makna, secara bahasa diartikan pico adalah kecil dan hydro adalah air, maka dapat dikatakan bahwa *pico hydro* adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air yang berskala kecil, karena pembangkit tenaga listrik ini memanfaatkan aliran sungai atau aliran irigasi sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan turbin dan memutar generator. Jadi pada prinsipnya dimana ada air mengalir dengan ketinggian minimal 2,5 meter dengan debit 250 liter/detik, maka disitu ada energi listrik. Selain daripada itu picohydro tidak perlu membuat waduk yang besar seperti PLTA.

Penggunaan energi *pico hydro* sebagai salah satu alternatif energi untuk daerah pedesaan sangatlah tepat karena ramah lingkungan karena tidak menggunakan BBM, sehingga harga jual listriknya bisa lebih kompetitif dan murah. Keuntungan dengan penggunaan PLTPH adalah pembangkit listrik ini tidak rumit dalam pembuatannya, harganya yang relatif murah dan yang tidak kalah penting kita sudah memiliki SDM kompeten dibidang tersebut. Dari keuntungan-keuntungan tersebut sangatlah tidak logis apabila pemerintah daerah tidak mempertimbangkan alternatif energi PLTPH ini. Berikut adalah pengukuran data PLTPH:

Pengukuran data PLTPH

$$Q = V \cdot A \quad [2.1]$$

Dimana:

$Q$  = Debit (m<sup>3</sup>/det)

$V$  = Kecepatan air (m)

$A$  = Luas penampang basah (m)

Ketinggian jatuh air dibutuhkan untuk menghasilkan power house sebagai tenaga mekanik yang akan memutar turbin generator (2010). Ketinggian jatuh air diperoleh dengan cara menetapkan suatu titik ideal pada jarak tertentu yang diperkirakan dapat menghasilkan suatu ketinggian jatuh air yang memadai. Potensi debit aliran sungai untuk sumberdaya listrik dianalisis berdasarkan persamaan dibawah ini:

$$P = 9.8 \cdot H \cdot Q \cdot \eta E \text{ [Kilo Watt]} \quad [2.2]$$

Dimana:

$P$  = tenaga yang dikeluarkan secara teoritis

(Kilo watt)

$H$  = tinggi jatuh air efektif (m)

$Q$  = debit aliran sungai (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)

$\eta E$  = efisiensi pembangkit

Potensi debit aliran untuk sumberdaya listrik dianalisis berdasarkan debit rata-rata sungai dan ketinggian jatuh air yang diperoleh pada titik pengamatan debit sungai sampai lokasi pembangunan pembangkit tenaga listrik.

$$\text{Debit} = \text{Volume} / \text{Waktu}$$

$$\text{Waktu} = \text{Volume} / \text{debit}$$

$$\text{Volume} = \text{Debit} \times \text{Waktu}$$

### 2.3 Cara Kerja PLTPH

Cara kerja pembangkit listrik tenaga *pico hydro* menggunakan aliran sungai, air terjun. Aliran ini akan memutar poros kincir sehingga menghasilkan energi mekanik, energi ini selanjutnya akan menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Untuk membangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro dibutuhkan beberapa komponen yaitu:

1. Bendungan untuk menghasilkan aliran air melalui sebuah pembuka dibagian sisi sungai kedalam bak pengendap.
2. Bak penenang, digunakan untuk mencegah adanya sampah, batu, pasir dan benda lainnya masuk kedalam pipa pesat yang bias merusak atau mengganggu fungsi turbin.
3. Pipa pesat dibutuhkan untuk menggerakkan turbin agar dapat menghasilkan energi yang maksimal.
4. Bagian yang paling penting dalam mikro hidro adalah turbin, komponen ini berfungsi untuk mengubah putaran yang dihasilkan menjadi listrik hal tersebut dilakukan dengan puli pada rotor yang dihubungkan dengan puli generator.
5. Selanjutnya generator dibutuhkan untuk menghasilkan listrik dari putaran mekanis turbin.

## 2.4 Generator DC

Generator adalah suatu perangkat yang digunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator adalah dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik, dimana gerakan relatif antara medan magnet dan kumparan konduktor menghasilkan arus listrik. Generator biasanya terdiri dari sebuah rotor yang berputar didalam medan magnet dan kumparan konduktor yang terhubung ke beban listrik. Generator DC menghasilkan arus searah dengan bantuan komutator, suatu komponen kunci yang terhubung dengan generator. Rotor berputar, menciptakan medan magnet yang melalui kumparan stator, kumparan kawat yang terpasang tetap disekitaran rotor. Komutator berfungsi sebagai saklar yang secara periodik megubah arah aliran arus pada kumparan stator saat rotor berputar. Saat bagian komutator bagian tertentu terhubung dengan kumparan stator, arus mengalir ke kumparan tersebut. Namun seiring putaran rotor, bagian komutator yang berhubungan dengan kumparan tersebut berpindah mengubah arah aliran arus. Proses ini berlangsung secara terus menerus selama rotor berputar.



Gambar 2.2 Generator DC.

[<https://www.amazon.in>]

## 2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Energi matahari dirubah menjadi energi listrik dengan memper gunakan pembangkit listrik tenaga surya atau disebut juga teknologi photovoltaic yang terbuat dari bahan semi konduktor lainnya, yang disebut solar cell. Teknologi selain teknologi dari sumber energy yang tidak terbatas (cahaya matahari) juga terkenal ramah lingkungan sehingga memiliki daya guna yang tinggi. Hanya saja teknologi ini membutuhkan area instalasi yang luas untuk dapat menyerap sinar matahari. Intensitas radiasi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, kondisi cuaca meliputi kualitas dan kuantitas awan, pergantian musim dan posisi garis lintang. Intensitas radiasi sinar matahari di Indonesia berlangsung 4 - 5 jam per hari. Produksi energi surya pada suatu daerah dapat dihitung sebagai berikut:

$$E = I \times A \quad [2.3]$$

Dimana:

$E$  = Energi surya yang dihasilkan (W)

$I$  = Isolasi/intensitas radiasi surya rata-rata yang diterima selama satu jam (W/m)

$A$  = Luas area (m<sup>2</sup>)

Kapasitas daya panel surya merupakan perkalian dari tegangan dan arus yang mengalir pada saluran. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung daya listrik dalam sebuah rangkaian listrik PLTS adalah:

$$P = V \times I \quad [2.4]$$

Dimana:

$P$  = Daya listrik dengan satuan watt (W)

$V$  = Tegangan listrik dengan satuan volt (V)

$I$  = Arus listrik dengan satuan Ampere (A)



Gambar 2.3 Panel Surya.  
[<https://sedayu.com>]

Pengukuran memiliki peranan yang penting dalam menilai kesesuaian suatu elemen atau sistem dengan standarnya, terutama dalam konteks tegangan. Dengan melakukan pengukuran tegangan, kita bias memeriksa apakah tegangan yang digunakan sesuai dengan nilai yang disarankan oleh komponen atau peralatan yang dipakai. Pengukuran yang dipakai pada skripsi ini dibagi menjadi beberapa rumus pengukuran, yaitu; Pengukuran data PLTS

$$Eb = Ep - (15\% \times Ep) \quad [2.5]$$

Dimana:

$Eb$  = Energi beban (Watt/Jam)

$Ep$  = Energi Panel Surya (Watt/Jam)

Contoh:  $Eb = 10 - (15\% \times 10)$  maka yang dihasilkan adalah 8,5(Watt/jam)

## 2.6 Cara Kerja PLTS

Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor, merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektron - proton, yang apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan electron hole. Modul surya mampu menyerap cahaya sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi foton ini. Energi foton pada cahaya matahari ini menghasilkan energi kinetik yang mampu melepaskan elektron-elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik. Energi kinetik akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari sehingga menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 terraWatt. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja daripada sel surya.

Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor, merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektron - proton, yang apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan electron hole. Modul surya mampu menyerap cahaya sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi foton ini. Energi foton

pada cahaya matahari ini menghasilkan energi kinetik yang mampu melepaskan elektron-elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik. Energi kinetik akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari sehingga menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 terraWatt. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja daripada sel surya.

Adapun komponen-komponen yang terdapat dalam Photovoltaic antara lain, dijelaskan berikut ini:

#### 1. Modul Surya

Komponen utama dari PV yang dapat menghasilkan energi listrik DC disebut panel surya atau modul surya. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor (umumnya silicon) yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik.



Gambar 2.4 Modul Panel surya  
[<https://sinarmonas.co.id>]

## 2. Baterai/Aki

Baterai atau aki adalah penyimpan energi listrik pada saat matahari tidak ada. Baterai yang cocok digunakan untuk PV adalah baterai deep cycle lead acid yang mampu menampung kapasitas 100 Ah, 12 V, dengan efisiensi sekitar 80%. Waktu pengisian baterai/aki selama 12 jam - 16 jam.



Gambar 2.5 Baterai/Aki  
[<https://www.sanspower.com>]

## 3. Regulator Baterai

Regulator baterai adalah alat yang mengatur pengisian arus listrik dari modul surya ke baterai/aki dan sebaliknya. Saat isi baterai tersisa 20% sampai 30%, maka regulator akan memutuskan dengan beban. Regulator baterai juga mengatur kelebihan mengisi baterai dan kelebihan tegangan dari modul surya. Manfaat dari alat ini juga untuk menghindari *full discharge* dan *overloading*.



Gambar 2.6 Regulator Baterai/Aki  
[<https://atonergi.com>]

## 2.7 Relay

Relay adalah salah satu komponen elektronika yang berbentuk seperti saklar dan dioperasikan menggunakan listrik. Komponen ini terdiri dari dua bagian, yaitu elektromagnet (coil) dan mekanikal (switch). Dalam pengoperasiannya, relay memanfaatkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar dan menghantarkan arus listrik.



Gambar 2.7 Relay 5 kaki  
[<https://epyelectronica.com>]

## 2.8 Alat Ukur Voltase dan Ampere Meter Dc

Voltmeter merupakan sebuah alat ukur yang biasa digunakan untuk mengukur besar tegangan listrik pada suatu rangkaian listrik. Susunan paralelnya akan disesuaikan dengan lokasi komponen yang diukur. Ada tiga lempengan tembaga di dalamnya.

Amperemeter adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar kuat arus listrik pada suatu rangkaian listrik. Amperemeter digunakan untuk mengukur kuatnya arus listrik dalam rangkaian tertutup.



Gambar 2.8 Alat ukur Volt meter dan Ampere Meter  
[<https://www.blibli.com>]

## 2.9 Lampu Indikator

Lampu ini berfungsi sebagai indikator untuk mengetahui jalannya proses koneksi yang terjadi. Lampu pilot digunakan untuk indikator sebuah rangkaian atau mesin.



Gambar 2.9 Lampu Pilot/Lampu Indikator  
[<https://www.tokopedia.com>]

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **3.1.1 Tempat Penelitian**

Perancangan dan pembuatan ” Prototipe *Hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* dan Tenaga Surya *Off Grid*” yang dilaksanakan di:

Nama Tempat : PT KHARYA BANGUN PENAWARINDO

Alamat : JL. JAMIN GINTING SIMPANG KORPRI DESA RAYA

##### **3.1.2 Waktu Penelitian**

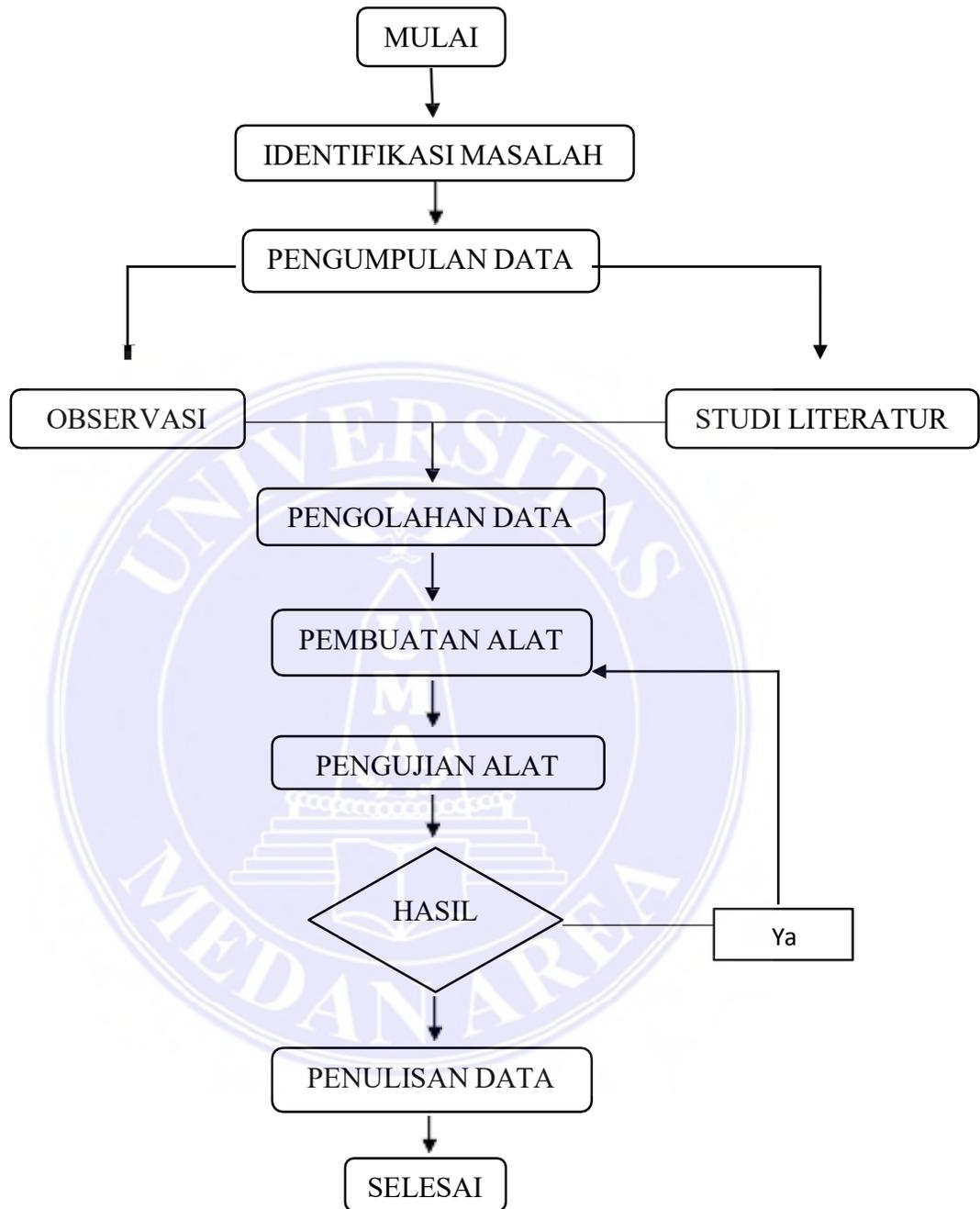
Waktu penelitian yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini kurang lebih tiga bulan. Hal ini dapat ditunjukkan dalam tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

NO	Kegiatan penelitian	BULAN											
		KE											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Perancangan Alat												
4	Pengumpulan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam penelitian ini adalah metode rancang bangun secara hardware serta melakukan pengujian dengan menggunakan alat ukur dan analisis berdasarkan pengamatan secara langsung. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian. Berikut ini adalah Gambar 3.1, yaitu *flowchart* kerangka berfikir dalam melakukan penelitian, dimana berdasarkan *flowchart* inilah sebagai tahapan-tahapan yang dilakukan oleh penulis dalam melakukan proses penelitian:



Gambar 3.1 *Flowchart* Kegiatan Penelitian

Adapun penjelasan tentang *flowchart* / kerangka berfikir diatas ialah :

1. Mulai, untuk melakukan permulaan mencari referensi dan hal yang terkait penelitian.
2. Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah memanfaatkan air mengalir dan cahaya matahari menjadi energi terbarukan.
3. Studi literatur adalah untuk mencari sumber-sumber referensi sebagai bahan untuk pengumpulan ide.
4. Pengolahan data pada tahap ini data telah dapat dari studi identifikasi masalah dan studi literatur yang kemudian akan diolah untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.
5. Persiapan alat dan bahan sangat penting karena itu merupakan pokok dari penelitian yang akan dilaksanakan.
6. Pembuatan alat dilakukan agar mengetahui bagaimana kerangka yang akan dibuat dan untuk menyelesaikan permasalahan peneliti akan membuat sebuah alat dari tahap awal hingga ke tahap akhir.
7. Pengujian alat, dimana dilakukan untuk mendapatkan hasil dari alat yang telah dibuat.
8. Hasil, menghasilkan nilai tegangan dari pembangkit tenaga mikrohidro dan pembangkit tenaga surya.
9. Pengumpulan data, diambil berdasarkan kegiatan penelitian untuk mendapatkan hasil dari dilakukannya penelitian.
10. Selesai, menyelesaikan pengambilan data dan penulisan skripsi.

### 3.3 Bahan dan Alat

Dalam Perancangan alat ini, diperlukan beberapa alat dan bahan untuk merakit alat tersebut hingga dapat tercipta sesuai dengan apa yang diinginkan. Adapun alat dan bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.2 Bahan dan Alat

No	Nama Alat	Jumlah	Spesifikasi
1	Kotak air	1	P30cm x L15cm x T15cm
2	Panel surya	1pcs	<i>polycrystalline</i> 10Wp 35x27x3cm
3	Voltmeter dan Ampere meter	2pcs	Digital 4.5-30VDC, Arus kerja 60mA, Range Tegangan 0- 100VDC, Range Arus 0- 10A, Display 7mm
4	Relay	3pcs	Coil voltage DC 12v, 5pin, rate load 10A/250VAC,

			10A/30VAC, coil power 0.36W
5	Dinamo DC	1pcs	DC 12v RS550, 4.5A, kecepatan 21000RPM
6	Regulator Baterai/Aki	1pcs	20Ah, 12- 24V, Dual USB 5V
7	Baterai/Aki VRLA	1pcs	12V, 7.5Ah, P151 x L65 x T95mm
8	Kabel	20meter	NYAF 0- 220 VDC dan VAC, diameter 1.5mm, 0-20A
9	Teriminal Kabel	10pcs	3pin, Voltage 220/250V, Current 16/24A
10	Papan PCB	1pcs	5x7cm, jumlah lobang 432 ( 18x24) diameter

			lobang 1mm, jarak lobang 2.54mm
11	Obeng dan Tang	1pcs	6mm x 65mm dan 16cm
12	Pompa Air DC	1pcs	3amp
13	Lampu Indikator	2pcs	12V, diameter lampu 15mm, panjang kabel 18cm, merah dan kuning
14	Saklar SPDT	1pcs	3pin 250v 6A
15	Power Supplay	1pcs	1A
16	Dioda Rectifier	2pcs	3A, V F 1.1V,

### 3.4 Blok Diagram

Untuk mempermudah dalam memahami bagaimana hubungan ataupun integrasi antara sistem yang akan dirancang maka berikut ini dijelaskan dalam bentuk blok diagram alat sebagai berikut:



Gambar 3.2 Blok Diagram Alat

Dari gambar 3.2 di atas dapat dijelaskan bagaimana proses kerja dari penggunaan alat sebagai berikut:

1. Panel surya akan memberikan tegangan ke lampu indikator yang menandakan panel surya bekerja, kemudian setelah melewati lampu indikator maka voltmeter dan amperemeter akan bekerja memberitahukan tegangan yang keluar berapa. Panel surya dapat langsung bekerja dikarenakan pada posisi NC pada kaki relay
2. Generator DC akan memberikan tegangan ke lampu indikator yang menandakan panel surya bekerja, kemudian setelah melewati lampu indikator maka voltmeter dan amperemeter akan bekerja memberitahukan tegangan yang keluar berapa. Namun disini generator belum dapat bekerja dikarenakan pada posisi NO pada kaki relay
3. Relay kaki NC disatukan dengan panel surya, sedangkan relay kaki NO disatukan dengan generator DC, dan kaki COM terletak di positif Regulator Aki. Pada bagian

Negatif disatukan menjadi satu. Cara kerja relay disini akan memberikan tegangan langsung ke regulator melalui panel surya, kemudian apabila kaki koil pada relay bekerja maka kaki NO akan menjadi NC (generator dc) maka dari generator akan memberikan tegangan ke regulator.

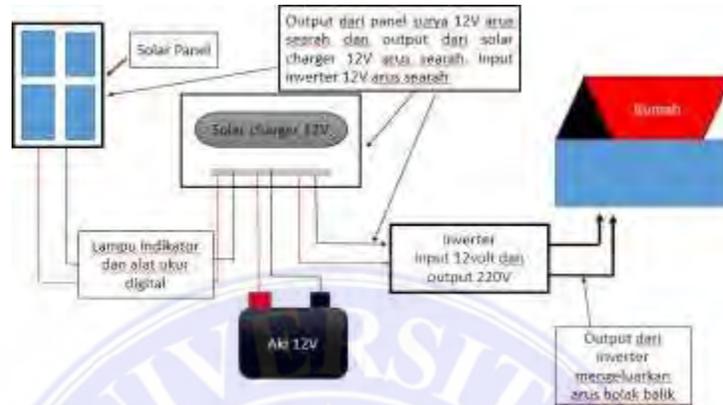
4. Setelah masuk keregulator maka baterai/aki akan megecas dan dari regulator bias langsung dihubungkan ke beban DC, apabila ingin dipakai untuk perlatan rumah tangga maka diperlukan inverter untuk mengubah arus DC menjadi AC.

### 3.5 Prosedur Penelitian

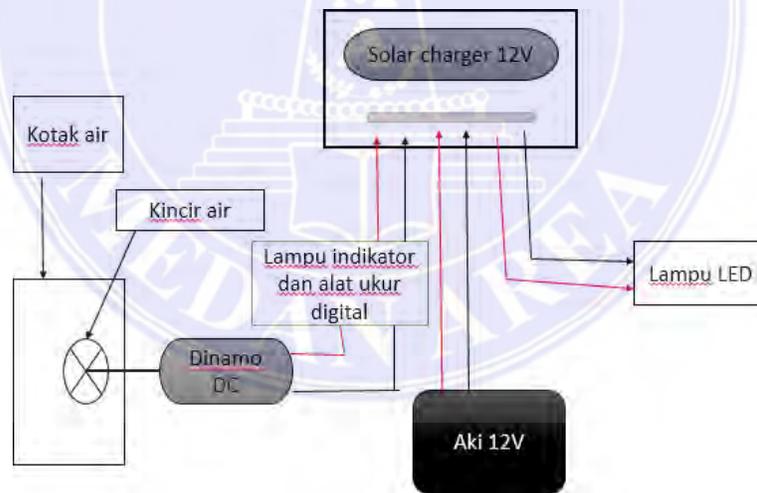
Adapun tahapan dalam prosedur penelitian ialah:

1. Pemasangan rangkaian alat mengikuti sesuai desain gambar.
2. Melakukan pengujian alat yang telah dirancang.
3. Pengujian awal sebelum adanya beban.
4. Pengukuran dan periksa melalui pemantauan alat ukur.
5. Mencatat data hasil yang diukur.
6. Pengujian kedua memakai beban.
7. Pengukuran hasil beban dapat diperiksa dengan alat ukur.
8. Mencatat data yang dikeluarkan.
9. Melakukan menginput data yang telah diuji secara tekstual kedalam laporan skripsi yang telah diteliti.
10. Membuat kesimpulan dari rangkaian percobaan.

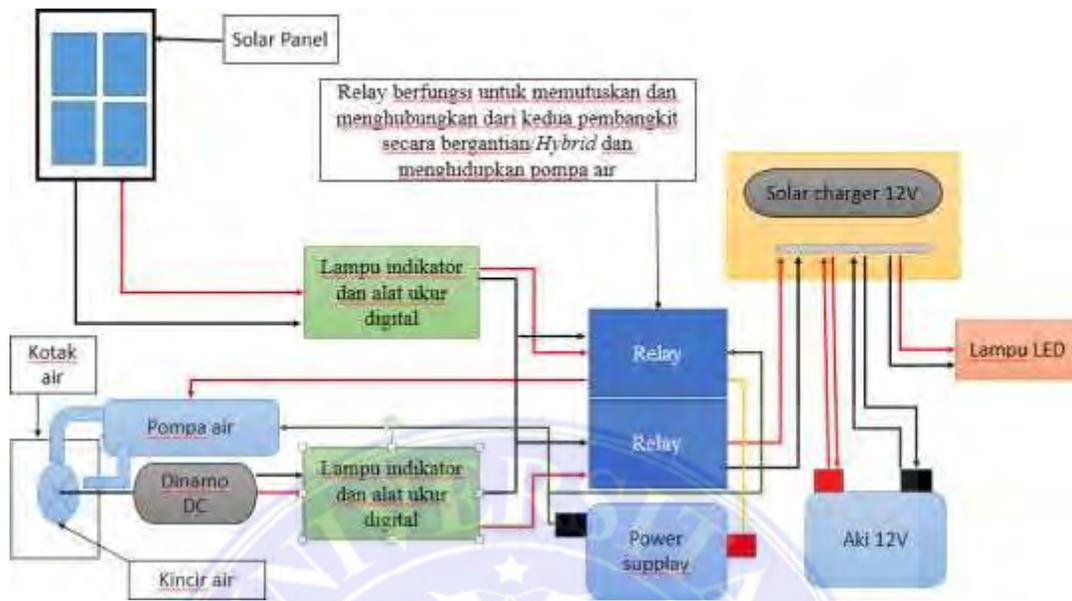
### 3.6 Skema Rangkaian



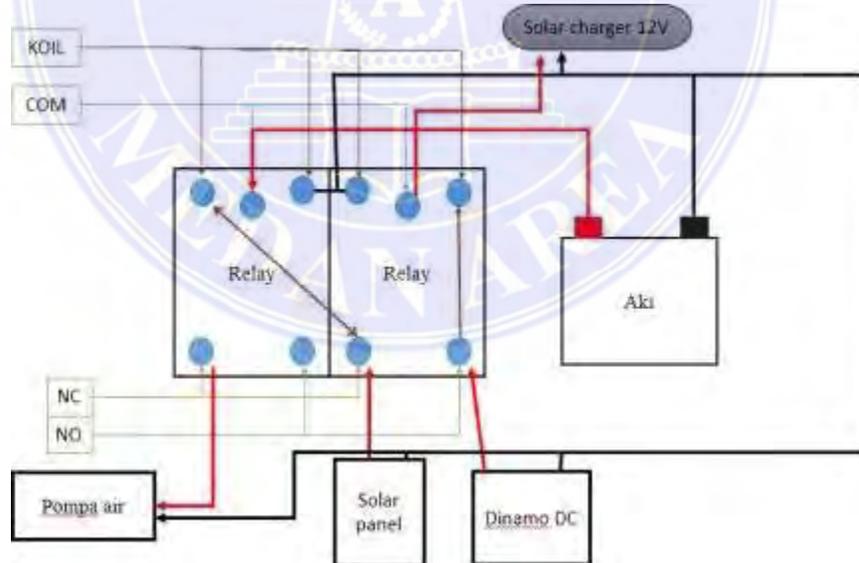
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)



Gambar 3.4 Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro*



Gambar 3.5 Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara *Hybrid*



Gambar 3.6 Skema Rangkaian Pcb Relay

Dimana:

1. Koil berfungsi sebagai menciptakan medan magnet.
2. Com berfungsi sebagai penyambung antara NC dan NO.
3. NC berfungsi apabila pada koil tidak memiliki arus atau tidak bekerja, NC dan COM akan bersatu.
4. NO berfungsi apabila pada koil memiliki arus atau bekerja, NO dan COM akan bersatu.

Garis merah merupakan aliran positif dari sumber ke beban, dan garis hitam merupakan negatif ke beban. Pada gambar 3.3 menjelaskan bahwa apabila solar panel terkena sinar matahari maka akan mengeluarkan arus dan tegangan DC atau arus searah, kemudian tegangan akan terbaca di voltmeter dan indikator akan hidup apabila ada tegangan yang masuk, setelah itu tegangan yang keluar akan masuk ke solar charger, disolar charger akan mengisi aki dan membuang tegangan aki untuk ke beban, beban yang digunakan berupa lampu Led. akan mengisi aki dan membuang tegangan aki untuk ke beban, beban yang digunakan berupa lampu Led.

Pada gambar 3.4 menjelaskan bahwa dynamo akan berputar apabila turbin atau kincir berputar jika terkena arus air, setelah kincir berputar maka dynamo mengeluarkan tegangan yang akan diukur melalui voltmeter dan indikator, setelah itu akan memasuki ke solar charger sebagai alat untuk mengisi aki dan membuang tegangan ke beban.

Pada gambar 3.5 menjelaskan bahwa PLTS akan bekerja terlebih dahulu dijam tertentu dan akan berpindah secara otomatis ke PLTPH sebagai sumber untuk pengisian aki,

apabila mau menjadikan on grid atau gabungan maka diperlukan dioda dan saklar SPDT atau satu input menjadi dua output, maka alat tersebut akan bekerja secara bersamaan.

Pada gambar 3.6 menjelaskan bahwa bentuk dari perkabelan sistem secara *hybrid* atau bergantian.

### 3.7 Parameter yang akan dianalisis

Parameter yang akan dianalisa pada proposal ini berjudul Prototipe *Hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* Tenaga Surya adalah sebagai berikut:

#### 3.7.1 Pengukuran

Pengukuran memiliki manfaat penting dalam menentukan kelayakan atau kesesuaian suatu komponen atau sistem dengan spesifikasinya, terutama dalam hal tegangan. Melalui pengukuran tegangan, kita dapat memastikan bahwa tegangan yang diberikan sesuai dengan nilai yang diinginkan atau yang disarankan oleh komponen atau peralatan yang digunakan. Hal ini penting untuk menjaga agar peralatan tidak menerima tegangan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, yang dapat menyebabkan kerusakan atau kinerja yang tidak optimal. Pengukuran arus juga membantu dalam mengidentifikasi adanya masalah, seperti kebocoran arus yang tidak normal atau ketidakseimbangan pada beban listrik.

#### 3.7.2 Analisa Data

Metode yang sesuai dengan penelitian adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

1. Metode deskriptif merupakan cara merumuskan dan menafsirkan data yang ada sehingga memberikan gambaran jelas melalui pengumpulan, penyusunan, penganalisisan data, sehingga dapat diketahui gambaran umum perusahaan yang sedang diteliti.
2. Pendekatan Kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas dapat diklasifikasi, konkrit, teramati, dan terukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

### **3.8 Analisis Kinerja Tenaga *PicoHydro* dan Tenaga Surya**

#### **3.8.1 Analisis Kinerja Tenaga *PicoHydro* (PLTPH)**

Sistem pembangkit tenaga *pico hydro* melibatkan beberapa parameter penting, berikut adalah beberapa parameter utama yang bias digunakan dalam analisis mikrohidro:

1. *Flow Rate* (Debit Aliran)

Jumlah air yang mengalir melalui turbin dalam satuan waktu, biasanya diukur dalam meter kubik perdetik ( $m^3/s$ ). Parameter ini sangat penting karena daya yang dihasilkan tergantung pada jumlah air yang mengalir.

2. *Head* (ketinggian air)

Ketinggian vertikal antara titik pengambilan air dan turbin, biasanya diukur dalam meter (m) *head* menentukan potensi energy yang tersedia diair.

3. *Power Output* (Daya Keluaran)

Daya yang dihasilkan oleh system mikrohidro biasanya diukur dalam watt (W) atau kilowatt (kW), ini menunjukkan seberapa efektif system mengubah energy air menjadi listrik.

#### 4. Efisiensi

Rasio antara energi listrik yang dihasilkan oleh sistem dengan potensial air yang tersedia, efisiensi dihitung sebagai persentase (%) yang mencakup efisiensi turbin, generator, dan sistem transmisi.

### 3.8.2 Analisis Kinerja Tenaga Surya (PLTS)

Sistem pembangkit tenaga surya melibatkan beberapa parameter penting, berikut adalah beberapa parameter utama yang bias digunakan dalam analisis tenaga surya:

#### 1. Radiasi

Mengukur jumlah radiasi matahari matahari yang jatuh pada area solar panel dan diukur dalam satuan waktu ( $W/m^2$ ), parameter ini sangat berpengaruh oleh intensitas cahaya matahari.

#### 2. Suhu

Suhu panel surya mempengaruhi efisiensi konversi energy, kenaikan suhu biasanya menurunkan kinerja panel surya dan suhu lingkungan juga mempengaruhi performa panel.

#### 3. Daya Keluaran

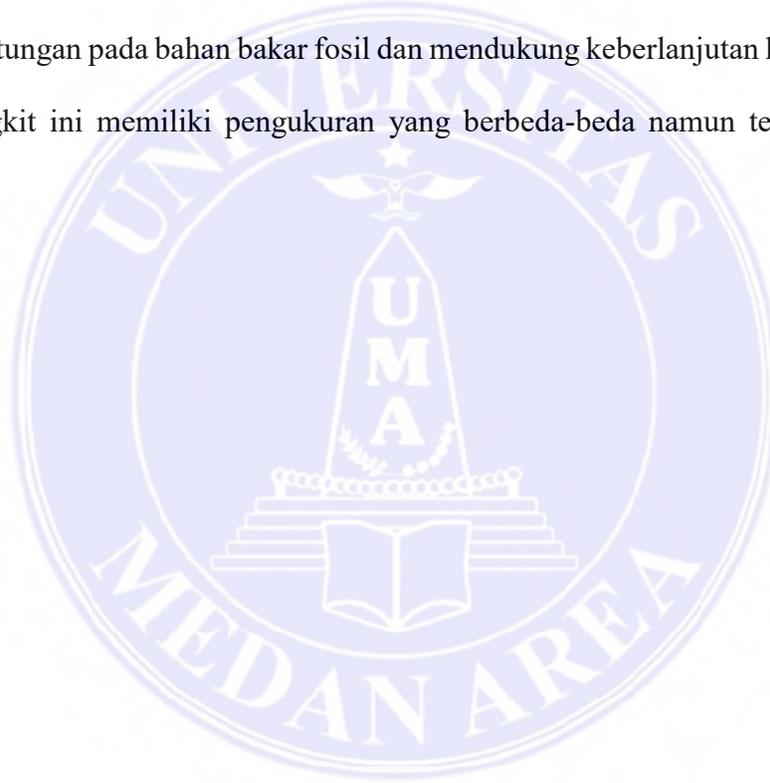
Daya yang dihasilkan oleh panel surya diukur dalam satuan watt (W), parameter ini menunjukkan seberapa efektif panel mengubah cahaya matahari menjadi listrik.

#### 4. Efisiensi

Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dengan energi matahari yang diterima panel, efisiensi dihitung sebagai persentase (%).

##### 3.8.3 Analisis PLTPH dan PLTS *OffGrid*

Pltph dan Plts *off grid* sangat bergantung pada kondisi geografis, namun dari kedua pembangkit ini menawarkan solusi energi terbarukan yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mendukung keberlanjutan hidup, dari kedua pembangkit ini memiliki pengukuran yang berbeda-beda namun tetap dihasil yang sama.



## BAB V

### KESIMPULAN dan SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan pengujian diatas, maka peneliti dapat menyimpulkan hasil penelitian ini sebagai pengisian baterai bahwa prototipe *hybrid* pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dan tenaga surya telah berhasil dilaksanakan dengan baik. Menurut peneliti sesuai dengan hasil pengujian alat didapatkan bahwa menggunakan tenaga surya yang bertegangan 13,6V, daya 5,1W dan arus 0,38A lebih efisien dibandingkan dengan tenaga *pico hydro*. Dalam percobaan diatas didapat lama waktu untuk mengisi baterai sepeda motor full kurang lebih 45 menit dengan tipe baterai VRLA dengan data yang ada diatas.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang diusulkan oleh peneliti untuk peneliti selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Peneliti mengusulkan agar dapat memodifikasi dinamo atau generator untuk mendapatkan nilai tegangan dan nilai ampere yang maksimal.
2. Peneliti mengusulkan membuat debit air lebih deras agar mendapatkan hasil yang maksimal untuk PLTPH

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, I., Pengembangan Teknologi Tepat Guna, P., & Ilmu Pengetahuan Indonesia, L. (n.d.). *Prosiding SNaPP2014 Sains STUDI PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SKALA RUMAH SEDERHANA DI DAERAH PEDESAAN SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF UNTUK Mendukung PROGRAM RAMAH LINGKUNGAN.*
- Azhar, M., & Adam Satriawan, D. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. In *Online Administrative Law & Governance Journal* (Vol. 1).
- Ari Rahayuningtyas dkk , 2014, "Studi Perencanaan PLTS Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan", prosiding SnaPP 2014, ISSN 2089 – 3582.
- Cipta, D., Talawo, P., Ilham, J., Kamil Amali, L. M., Elektro, J. T., & Koresponden, P. (n.d.). Pengaruh Polutan pada Permukaan Panel Surya Terhadap Kinerja Panel Surya Kapasitas 10 Wp. *Jambura Industrial Review*, 2(1), 2022. <https://doi.org/10.37905/jirev.2.1.31-38>
- Halim, L. (n.d.). *Analisis Teknis dan Biaya Investasi Pemasangan PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia.* 5.
- Hadiyanto, D. (2023). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Energi Listrik PLTMH Off Grid Pada DAS Batang Bayang Kabupaten Pesisir Selatan. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 108–117. <https://doi.org/10.30999/jpkm.v13i3.2935>
- Joewono, A., Sitepu, R., & Ra, P. (2022). *PENGUKURAN ENERGI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON-GRID BIDIRECTION 3KW 1 PHASE.*
- Kesehatan, dan, Energi Terbarukan, D., Rahayuningtyas, A., Intan Kuala, S., Fajar Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, P., & Dosen Luar Biasa pada Teknik Elektro, J. (n.d.). *PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN PENERAPANNYA UNTUK DAERAH TERPENCIL Solar Power Plant and the Application for Rural Area Kholid Akhmad.* 1(1), 1–34.
- P.Eko.W. (15 Maret 2016). 2500 Desa Belum Dialiri Listrik di RI, Bisnis Liputan6 (online). Akses email : <http://bisnis.liputan6.com/read/2305349/2500-desabelum-dialirilistrik-di-ri>.

Salim, S. (n.d.). *Listrik Mikro Hidro Berdasarkan Potensi Debit Andalan Sungai*.

Sulasno, 2009, *Teknik Konversi Energi Listrik dan Sistem Pengaturan*, Graha Ilmu, Yogyakarta

Setiawan, M. A., Sulistyowati, R., Syarifudin, M., Agus, H., Wildan, S., Pambudi, A., Adhi, I. T., & Surabaya, T. (n.d.). *SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Manajemen Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid*. <https://doi.org/10.31284/p.snestik.2023.3996>

Sitorus, Y. G., Widodo, B., & Purba, R. (2022). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid di Atap Gedung untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Listrik Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia-Jakarta. *Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Elektro*, 5(1).

Sofyan, M., & Made Sudana, I. (2022). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berdasarkan Debit Air dan Kebutuhan Energi Listrik. *JuLIET*, 3(2).

Tharo, Z., & Anisah, S. (n.d.). *PERBANDINGAN PERFORMANSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ANTARA DAERAH PEGUNUNGAN DENGAN DAERAH PESISIR*.