

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID* UNTUK
PENERANGAN MASJID DI DESA GARUT, KABUPATEN LEBONG**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir

Program Studi Teknik Elektro Sebagai Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh:

ANDRIYAN BAGASTIN

201913004

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK RAFLESIA

2023

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID* UNTUK
PENERANGAN MASJID DI DESA GARUT, KABUPATEN LEBONG**

TUGAS AKHIR



Oleh:

ANDRIYAN BAGASTIN

201913004

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK RAFLESIA

2023

HALAMAN PERSTUJUAN
TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Menyelesaikan Program Diploma III (D3) Teknik Elektro
dan Telah Diperiksa dan Disetujui!*

JUDUL : **PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA HYBRID UNTUK PENERANGAN
MASJID DI DESA GARUT, KABUPATEN
LEBONG**
NAMA : **ANDRIYAN BAGASTIN**
NPM : **201913004**
PROGRAM STUDI : **TEKNIK ELEKTRO**
JENJANG : **DIPLOMA III**

Telah di Periksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat, Oleh karena itu
pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji

Pembimbing Utama

AGUS FAJAR HARIADI, M.T
NIDN : 0206088003

Pembimbing pendamping

ERWIN ABDUL RAHMAN, M.T
NIDN : 0213137801

Mengetahui
Ketua program studi

MERIANI, M.T
NIDN : 0206088001

BALAMAN PENGESAHAN

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Elektro
Politeknik Raflesia*

JUDUL : PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA *HYBRID* UNTUK PENERANGAN
MASJID DI DESA GARUT, KABUPATEN
LEBONG
NAMA : ANDRIYAN BAGASTIN
NPM : 201913004
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
JENJANG : DIPLOMA III

Curup, Mei 2023
Tim Penguji,

Nama		Tanda Tangan
Ketua	: ZAKIA LUTHFIANI,M.T	1.
Anggota	: ANUGRAH FITRAH GUSNANDA,M.Eng	2.
Anggota	: AGUS FAJAR HARIADI,M.T	3.

Mengetahui
Direktur

RADEN GUNAWAN, S.T M.T.
NIDN. 02100373 01

Curup, Mei 2023
Ketua Program Studi

MERIANI, M.T
NIDN : 0208097101

SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI

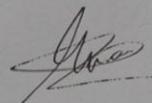
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah saya berupa tugas akhir dengan judul: "**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID UNTUK PENERANGAN MASJID DI DESA GARUT, KABUPATEN LEBONG**".

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III Pada Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia, merupakan karya asli dan sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan, jiplakan atau duplikasi dari karya ilmiah orang lain yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar pendidikan dilingkungan Politeknik Raflesia maupun perguruan Tinggi lain atau instansi manapun, kecuali yang bagian sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Apabila dikemudian hari, karya saya ini terbukti bukan merupakan karya asli saya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberi oleh pihak Politeknik Raflesia, demikian surat pernyataan ini saya dengan sebenarnya.

Curup, Mei 2023

Yang Menyatakan,



ANDRIYAN BAGASTIN

NPM. 201913004

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (Revisi)
TUGAS AKHIR**

NAMA : ANDRIYAN BAGASTIN
NPM : 201913004
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
JENJANG : DIPLOMA III
JUDUL : PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA *HYBRID* UNTUK PENERANGAN
MASJID DI DESA GARUT, KABUPATEN
LEBONG

Tugas akhir ini telah direvisi, disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir dan diperkenankan untuk diperbanyak / dijilid

No	Nama Tim Penguji	Jabatan	Tanggal	Tanda Tangan
1.	ZAKIA LUTHFIANI,M.T	Ketua		1. <i>Za</i>
2.	ANUGRAH FITRAH GUSNANDA,M.Eng	Anggota		2. <i>AFG</i>
3.	AGUS FAJAR HARIADI,M.T	Anggota		3. <i>Agus</i>

HALAMAN MOTTO

“Lakukanlah kebaikan sekecil apapun karena kau tak pernah tahu
kebaikan apa yang akan membawamu kesurga”

(Imam hasan Al-Bashri)

“Setiap orang punya jatah gagal. Habiskan jatah gagalmu saat muda”

(Dahlan Iskan)

“Nak, hidup senang tak perlu kau pelajari. Waktu sakit dan sulitlah
yang harus kau pahami”

(Wanita tak tergantikan, Mama Tanti Iriani)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillah atas izin Allah SWT saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, tanpa izin dan kehendaknya kita tidak akan bisa apa-apa. Hasil karya ini saya akan persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku (Bapak Suprpto dan Ibu Misbnawati), terimakasih atas dukungan yang telah engkau berikan kepada saya, tanpa dukungan kedua orang tuaku tercinta belum tentu tugas akhir ini dapat saya selesaikan. Tidak bisa dipungkiri kedua orang tuaku menjadi salah satu motivasi terbesar untuk menyelesaikan tugas akhir.
2. Buat seluruh keluarga saya yang telah mendukung saya baik moral maupun materi sehingga saya bisa menjadi orang seperti yang kalian harapkan.
3. Buat teman seperjuanganku Ryo Deka Gustian, Didin Muharsa, Teman 1 angkatan Brutal dan rekan-rekan seperjuanganku di HAMSTER (Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro) yang telah memberikan dukungan dan pengalaman yang amat berharga yang tidak bisa saya lupakan hidup ini.
4. Bapak Raden Gunawan, M.T selaku direktur Politeknik Raflesia.
5. Ibu Meriani, M.T selaku kaprodi Teknik Elektro Politeknik Raflesia.
6. Pembimbing utama Tugas Akhir Ibu Meriani, M.T, pembimbing pendamping Bapak Prismar, S.pd. Terimakasih telah mengajarkan dan membimbing sehingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, dan hikmat yang telah diberikan-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik yang diajukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup.

Terima kasih pada kesempatan ini penulis ucapkan kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan dukungan dan bantuannya hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Raden Gunawan, M.T., selaku Direktur Politeknik Raflesia.
2. Ibu Meriani, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia.
3. Ibu Meriani, ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, saran dan petunjuk dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Prisma, S.Pd, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran dan petunjuk dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan laporan tugas akhir ini masih sepenuhnya sempurna baik dalam ejaan ataupun dalam penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran atau kritik yang membangun dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki kesalahan yang ada.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan hal positif, khususnya bagi penulis dan pembaca.

Curup, 02 Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPA	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN REVISI.....	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DARTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Rumusan Masalah	3
D. Pembatasan Masalah	3
E. Tujuan Penulisan Tugas Akhir.....	3
F. Manfaat Dari Penulisan Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH).....	5
1. Pengertian PLTH	5
2. Prinsip kerja PLTH.....	6
B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	8
1. Pengertian PLTS.....	8
2. Prinsip Kerja PLTS.....	10
3. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Sel Surya	12
C. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	15
1. Pengertian PLTA	15
2. Prinsip Kerja PLTA.....	16
D. Baterai	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
A. Metode Penelitian	19
1. Jenis Peneliti	19
2. Waktu Dan Tempat	19
B. Teknik Pengambilan Data.....	20
1. Survei.....	20
2. Studi Literatur	20
C. Analisa Kebutuhan.....	20
1. Analisa Kebutuhan <i>Hardware</i>	21
D. Desain Alat Penelitian.....	22
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	23
A. Pembuatan Alat.....	23
1. Alat	23
2. Bahan.....	24
B. Pengujian	26
1. Hasil Pengujian Tanpa Beban	27
2. Hasil Pengujian Menggunakan Beban	30
C. Implikasi Pada Penerangan Masjid	32
BAB V PENUTUP	34
A. Kesimpulan.....	34
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 rincian alat yang digunakan	23
Tabel 3.2 rincian bahan yang digunakan.....	24
Tabel 4.1 data pengukuran tegangan dan arus keluaran sel surya	27
Tabel 4.2 data pengukuran tegangan dan arus keluaran generator air	28
Tabel 4.3 data pengukuran tegangan dan arus pembangkit hibrid.....	29
Tabel 4.4 hasil pengujian beban pembangkit tenaga surya.....	31
Tabel 4.5 hasil pengujian beban pembangkit tenaga air hujan	31
Tabel 4.6 hasil pengujian beban pembangkit tenaga hibrid	31
Tabel 4.7 hasil implikasi penerangan masjid	32
Tabel 4.8 konper prototype (Daya)	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	6
Gambar 2.2 PLTH Sistem Serial	7
Gambar 2,3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	9
Gambar 2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	10
Gambar 2.5 Karakteristik Arus Dan Tegangan Sel Surya	13
Gambar 2.6 Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Solar <i>Cell</i>	14
Gambar 2.7 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air	17
Gambar 3.1 Blog Diagram Alat Penelitian	21
Gambar 3.2 Rangkaian Charger Control	22
Gambar 4.1 Rangkaian Pembangkit Listrik Hibrid	25
Gambar 4.2 Rangkaian Keseluruhan Alat	26
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Tegangan, Arus Dan Daya Terhadap Waktu	28
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Tegangan, Arus Dan Daya Terhadap Waktu	29
Gambar 4.5 Instalasi Penerangan Masjid	32

ABSTRAK

Andriyan Bagastin, Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Untuk Penerangan Masjid Di Desa Garut, Kabupaten Lebong. (dibawah bimbingan Meriani, ST., M.T., dan Prismar S,Pd).

Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid merupakan penggabungan dua pembangkit, yaitu dengan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga air hujan. Dalam perancangan ini memiliki tujuan untuk memahami pentingnya pembangkit listrik sistem hibrida dan untuk mengetahui daya yang dihasilkan pembangkit sistem hibrid, agar kelak bisa diaplikasikan untuk penerangan masjid dan masyarakat.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang bertujuan untuk menguji pembangkit listrik tenaga hibrid. Eksperimen dilakukan dengan cara menggabungkan dua pembangkit listrik yang berbeda, yaitu pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga air hujan dan juga menghitung berapa tegangan rata-rata yang dihasilkan pembangkit ini

Hasil pengujian pembangkit listrik sel surya mendapatkan rata-rata daya 6,5 Watt sedangkan pada pembangkit listrik tenaga air hujan mendapatkan rata-rata daya 3 Watt. Pengujian pembangkit listrik sistem hibrid menghasilkan rata-rata daya 9 Watt. Dan saat pengujian pada instalasi penerangan masjid, masjid tersebut memiliki 7 titik lampu, yang dimana 5 lampu dengan daya 5 Watt dan 2 lampu dengan daya 12 Watt. Pada saat pengujian semua lampu bisa menyala terang.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid, Tenaga Surya, Tenaga Air Hujan, Daya, Masjid, Lampu.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Energi erat kaitannya dengan alam dan teknologi. Dari alam energi dihasilkan, dan dengan teknologi energi dapat digunakan secara optimal. Saat ini kebutuhan energi sangat meningkat, hal ini dipengaruhi adanya peningkatan penambahan penduduk dan aktivitas manusia. Tanpa disadari energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok dan memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Tanpa disadari manusia hidupnya sudah bergantung pada energi listrik, baik itu untuk penerang dan sebagainya.

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan sumber energi terbarukan. Disebut energi terbarukan, karena PLTS menggunakan energi matahari yang tidak terbatas, tidak akan habis, dan diperbarui terus-menerus secara alami oleh alam. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan panel surya yang terbuat dari bahan konduktor untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Hal ini didukung dengan letak Indonesia di daerah katulistiwa yang mendapat sinar matahari dalam jumlah besar sepanjang tahun, sehingga sistem ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan penggunaannya.

Dalam hal ini juga memanfaatkan air hujan yang dimana air hujan bisa dimanfaatkan dikonversikan menjadi tenaga listrik. Yaitu pada saat hujan, air hujan yang mengalir dari talang akan dikumpulkan terlebih dahulu ketandon

air, lalu air yang keluar dari tandon air akan memutar kincir dan kincir air akan memutar generator yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik, tandon air yang digunakan pada prototype berkapasitas 15 liter sedangkan dalam bentuk nyata dengan kapasitas 1.500 kl, jadi perbandingan prototype dengan nyata adalah 1 : 1000.

Desa Garut adalah salah satu desa yang ada di kecamatan Amen, Kabupaten Lebong, provinsi Bengkulu, desa garut ini berada di dataran rendah. Untuk sudut tembakan cahaya di desa garut yaitu dari sudut 30° pada saat jam 7 pagi sampai sudut 60° pada saat jam 4 sore, jadi waktu maksimal tembakan cahaya di desa garut sekitar 9 jam. Sedangkan untuk curah hujan saat cuaca normal disana itu sekitar 3 jam dalam sehari, karena itu penulis memilih desa garut untuk menjadi tempat penelitian pembangkit listrik tenaga hibrid ini.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis berkeinginan membuat tugas akhir tentang “Prototype Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* Untuk Penerangan Masjid Di Desa Garut, Kabupaten Lebong” Sehingga dapat memberikan manfaat pada masyarakat.

B. Identifikas Masalah

Berdasarkan latar belakang maka identifikasi masalah yang didapat adalah:

1. Membuat prototype pembangkit listrik sederhana dengan kapasitas daya 12 Volt untuk kebutuhan penerangan masjid.

2. Perlu adanya inovasi baru atau pengembangan tentang pembangkit listrik tenaga *Hybrid* skala kecil, dan menciptakan listrik yang stabil dan aman digunakan tanpa merusak alat elektronik yang akan digunakan sebagai beban.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil penulis dalam membuat alat ini yaitu :

1. Bagaimana pembuatan pembangkit listrik tenaga *hybrid* berbasis energi surya dan air hujan ?
2. Berapakah tegangan rata-rata yang dihasilkan pembangkit ?

D. Pembatasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas, penulis membatasi masalah pada :

1. Tidak menghitung struktur bangunan.
2. Tidak memperhitungkan faktor bencana alam sehingga turbin dan panel surya dapat bekerja dengan ideal.

E. Tujuan Penulisan Tugas Akhir

Tujuan penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Alat ini dirancang sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kurikulum program Diploma III Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Rejang Lebong
2. Merancang prototype pembangkit listrik tenaga surya dan tenaga air hujan yang memanfaatkan cuaca panas dan hujan untuk menghasilkan listrik, untuk penerangan masjid
3. Mengetahui prinsip kerja pembangkit listrik tenaga *hybrid*.
4. Memberikan referensi dan pembelajaran sehingga menjadi solusi energi alternatif bagi masyarakat atau siapapun yang membutuhkan.

F. Manfaat Dari Penulisan Tugas Akhir

1. Bagi penulis menjadi titik awal penalaran konsentrasi keahlian Teknik Elektro terutama dalam bidang kelistrikan.
2. Memberi penerangan kelistrikan untuk masjid.
3. Memberi kemudahan agar energi listrik tetap kontinu.
4. Bagi pembaca menjadi media pembelajaran, wawasan pengetahuan teknologi dan juga referensi pengembangan teknologi pembangkit listrik selanjutnya.

BAB II

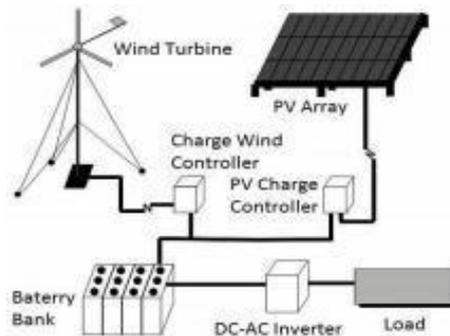
TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit listrik Tenaga Hybrid (PLTH)

1. Pengertian PLTH

Hybrit system atau Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) merupakan salah satu sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan untuk meminimalisir penggunaan listrik dari sumber PLN sehingga dapat menghemat anggaran. PLTH didefinisikan sebagai suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang menggabungkan dua atau lebih pembangkit dengan sumber energi yang berbeda, umumnya digunakan untuk *isolated grid*, sehingga diperoleh sinergi yang memberikan keuntungan ekonomis maupun teknis.

Teknik hybrid ini akan menutupi kekurangan dari masing-masing sumber energi terbarukan dimana baterai digunakan sebagai penyimpan energi sementara, dan sebuah pengendali digunakan untuk mengoptimalkan pemakaian energi dari masing-masing sumber dan baterai, disesuaikan dengan beban dan ketersediaan energi dari sumber energi yang digunakan. Konfigurasi dasar dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid tersebut dapat dikempokkan menjadi tiga yaitu; sisten hybrid seri, sistem hybrid paralel, dan sistem *hybrid switched*.



Gambar 2.1 Konfigurasi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

(Sumber. A. Susandi : 2006)

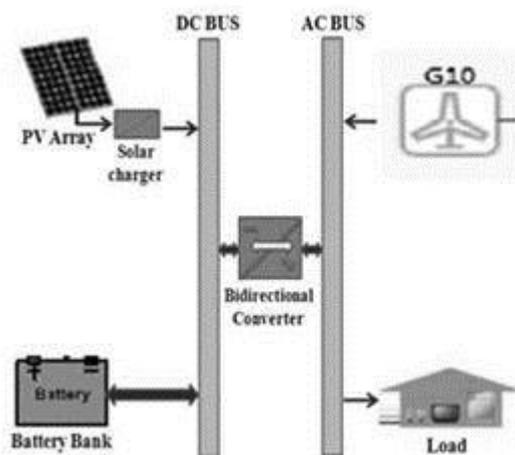
Diantara faktor yang perlu dipertimbangkan guna mencari tahu unjuk kerja sistem pembangkit hibrid ini yaitu karakteristik beban pemakaian dan karakteristik pembangkitan daya, khususnya potensi energi alam yang ingin dikembangkan selain karakteristik kondisi alam itu sendiri, seperti pergantian musim, siang- malam, dan elemen-elemen lain yang berpengaruh.

2. Prinsip Kerja PLTH

Pembangkit listrik tenaga hibrid (PLTH) pada prinsipnya mengkonversi sinar matahari menjadi listrik DC. Mengingat sistem hibrida menggunakan solar panel dalam jumlah yang cukup banyak dan semuanya disambungkan baik seri maupun paralel, maka modul surya dengan kapasitas perpanel yang besar ($> 100\text{Wp/panel}$) lebih disukai, dengan demikian dapat mengurangi kebutuhan kebutuhan kabel koneksi. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya, sebelum masuk ke jaringan distribusi dikonversi menjadi listrik AC (*Alternating Current*), oleh karena itu output dari panel solar diusahakan *voltage* $> 12\text{VDC}$ (*system voltage* $48\text{v}-120\text{VDC}$

umum dipakai). BP solar mengeluarkan panelsurya 130 Wp dengan *system voltage* yang tinggi. Koneksi seri /paralel antara panel surya juga disertai dengan diode-diode pengamanan (*Bypass Diode* dan *Blocking Diode*) untuk mencegah *Short circuit*, *Hot Spot*, dan *reverse current*.

Semua pembangkit daya mensuplai daya DC ke dalam baterai, setiap komponen harus dilengkapi dengan *charge controller* sendiri, untuk menjamin operasi yang handal sistem ini, generator dan inverter harus didisain agar dapat melayani beban puncak. Pada sistem ini sejumlah besar energi yang dibangkitkan dilewatkan melalui baterai, siklus baterai bank menjadi naik dan mengurangi efisiensi sistem, daya listrik dari genset di DC kan dan diubah kembali menjadi AC sebelum disuplai ke beban sehingga terjadi rugi-rugi yang signifikan.



Gambar 2.2 PLTH System Serial

(Sumber. Sopian & Othman : 2005)

PLTH sistem serial ini memiliki beberapa keunggulan antara lain :

- a. Genset dapat didisain untuk dapat dibebani secara optimal, sewaktu mensuplai beban juga mengisi baterai hingga mencapai State of Charge(SOC) 70-80%,
- b. Tidak diperlukan saklar AC diantara sumber energi, menyederhanakan komponen antar muka keluaran, daya yang disuplai ke beban tidak terinterupsi ketika genset di start.

Kelemahan atau kerugian apabila menggunakan sistem ini adalah :

- a. Inverter tak dapat beroperasi paralel dengan genset, sehingga inverter harus didisain untuk mensuplai beban puncak,
- b. siklus baterai menjadi tinggi, sehingga mengurangi umur baterai, profil siklus membutuhkan baterai bank yang besar, untuk membatasi DOD (*Depth of Discharge*)
- c. Efisiensi total rendah, karena genset tak dapat mensuplai beban secara langsung, kerusakan inverter akan mengakibatkan kehilangan daya total ke beban, kecuali beban dapat disuplai dengan genset *emergency*.

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

1. Pengertian PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Energi surya merupakan sumber energy alternatif yang dapat diperbaharui dan ketersediaannya berlimpah di dunia ini. Teknologi berbasis energi surya adalah teknologi yang memanfaatkan sumber energi surya/matahari untuk menghasilkan panas, cahaya bahkan listrik. Sumber energi alternatif yang diharapkan oleh

masyarakat tidak hanya bersifat renewable dan mudah dikonversi menjadi energi listrik, tetapi juga ramah lingkungan. Beberapa kalangan menilai bahwa energi yang paling sesuai adalah energi surya.



Gambar 2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

(Sumber: Dok Kementerian ESDM)

Potensi tenaga surya Indonesia secara umum ada pada tingkat satisfy (cukup). Hal ini tentunya dapat menjadi salah satu patokan kita dalam menyusun perencanaan energi di masa depan. Selain itu potensi ini setidaknya dapat menjadi penyejuk di tengah panasnya isu krisis listrik yang selama ini menghantui Indonesia. Suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi sangat luar biasa besarnya yaitu mencapai 3×10^{24} joule pertahun, energy ini setara dengan 2×10^{17} Watt. Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Dengan kata lain, dengan menutup 0,1 persen saja permukaan bumi dengan divais solar sel yang memiliki efisiensi 10 % sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia saat ini.



Gambar 2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

(Sumber. Widodo S Jusuf : 2017)

Tenaga matahari dapat diubah menjadi tenaga listrik dengan dua cara yaitu

1. *Photovoltaic (PV device)* atau *Solar Cell*, yaitu mengubah cahaya matahari langsung menjadi listrik. Cara ini umumnya digunakan di daerah terpencil yang belum ada jaringan listrik konvensional. Penggunaan *photovoltaic* banyak digunakan untuk kalkulator, jam tangan, rambu-rambu jalan, lampu penerangan taman, dsb.
2. *Solar Power Plants*, sistem ini tidak secara langsung menghasilkan listrik yaitu panas yang dihasilkan alat pengumpul panas matahari digunakan untuk memanaskan suatu cairan sehingga menghasilkan tenaga uap untuk tenaga generator.

2. Prinsip Kerja PLTS

Semua teknologi berbasis semi-konduktor bekerja dengan prinsip yang sama, foton dari sinar matahari menjerakan elektron di dalam sel PV sehingga

memberikan energi yang cukup bagi sebagian elektron untuk berpindah dari junction semi-konduktor dan menimbulkan tekanan listrik. Alasan untuk tekanan ini adalah bahwa ada ketidakseimbangan listrik, terlalu banyak elektron (bermuatan negatif) pada satu sisi *junction*, dan terdapat terlalu banyak muatan positif di sisi lainnya. Pada saat elektron mengalir dari tempat dengan terlalu banyak elektron ke tempat dengan terlalu sedikit elektron, maka tekanan akan berkurang. Hal ini terjadi ketika ada interkoneksi di antara sel. Pada saat sel saling dihubungkan, maka terciptalah modul. Modul surya menghasilkan Arus Searah (DC) yang berarti arus satu arah. Ini berlaku sama pada baterai. Kebalikan dari Arus Searah adalah Arus Bolak-Balik (AC). Sumber Arus Bolak-Balik secara teratur membalikkan Polaritas, jika peralatan di rumah atau bangunan memerlukan Arus Bolak-Balik (AC) untuk mengoperasikannya, maka Arus Searah (DC) dari modul PV harus diubah menjadi Arus Bolak-Balik (AC). Lebih mudahnya menerangkan cara kerja panel surya *photovoltaic* yaitu foton dari cahaya matahari menabrak elektron menjadi suatu energi yang lebih tinggi sehingga terjadi listrik. Istilah *photovoltaic* menjelaskan mode operasi suatu *photodiode* dimana arus yang melalui *device* seluruhnya terjadi karena adanya perubahan induksi tenaga cahaya.

Sistem PLTS memiliki beberapa keunggulan antara lain :

- a. Ramah lingkungan karena pembangkit listrik ini tidak memerlukan generator untuk menghasilkan energi listrik, karena panel surya akan menghasilkan energi listrik jika terkena sinar matahari

- b. Tidak membutuhkan bahan bakar seperti bensin dan solar dalam penggunaannya
- c. Sumber energi yang berkelanjutan karena energi berasal dari matahari, selama ada sinar matahari panel surya akan tetap bisa bekerja untuk menghasilkan energi listrik

Sistem PLTS memiliki beberapa kekurangan antara lain :

- a. Harga pemasangan / pembuatan relatif mahal karena banyak menggunakan panel surya dan baterai sebagai penyimpanannya
- b. Tidak berfungsi di malam hari
- c. Membutuhkan perangkat tambahan dalam pemakaian, umumnya setelah dari panel surya tegangan yang dihasilkan adalah arus searah (DC), jadi agar bisa menjadi tegangan AC (bolak-balik) membutuhkan perangkat tambahan seperti converter DC to AC. Untuk menaikkan tegangan membutuhkan inverter dan sebagai penyimpanannya membutuhkan baterai

3. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Sel Surya

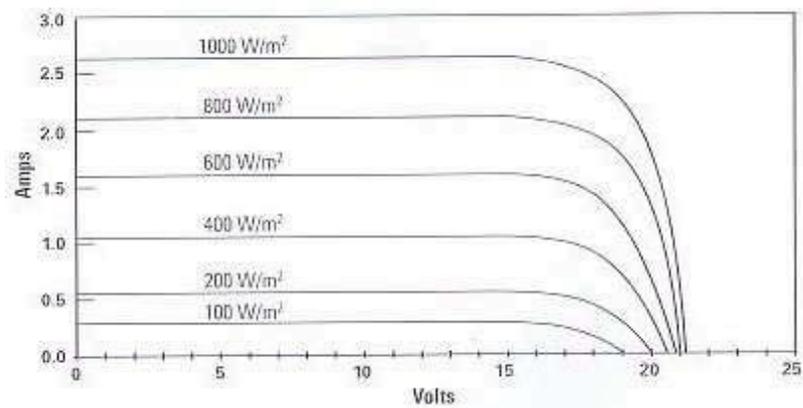
Empat hal utama yang mempengaruhi unjuk kerja/ performansi dari modul solar *cells* panel:

- a. Resistansi Beban

Tegangan baterai adalah tegangan operasi dari solar *cell* panel module, apabila baterai dihubungkan langsung dengan solar *cell* panel modul. Sebagai contoh, umumnya baterai 12 Volt, voltase/ tegangan baterai biasanya antara 11.5 sampai 15 Volts. Untuk dapat *mencharge* baterai,

solar *cell* panel harus beroperasi pada voltase yang lebih tinggi dari pada voltase baterai bank.

Effisiensi paling tinggi adalah saat solar panel *cell* beroperasi dekat pada maximum power point. Pada contoh di atas, tegangan baterai harus mendekati tegangan V_{mp} . Apabila tegangan baterai menurun di bawah V_{mp} , ataupun meningkat di atas V_{mp} , maka effisiensi nya berkurang.



Gambar 2.5 Karakteristik arus dan tegangan sel surya

(Sumber. Roberts : 1991)

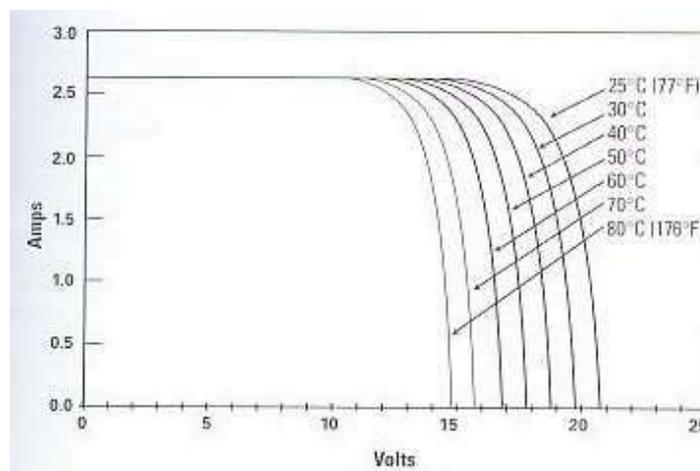
b. Intensitas cahaya matahari

Semakin besar intensitas cahaya matahari secara proporsional akan menghasilkan arus yang besar. Seperti gambar berikut, tingkatan cahaya matahari menurun, bentuk dari kurva I-V menunjukkan hal yang sama, tetapi bergerak ke bawah mengindikasikan menurunnya arus dan daya. Voltase adalah tidak berubah oleh bermacam-macam intensitas cahaya matahari.

c. Suhu solar *cell* panel

Sebagaimana suhu solar *cell* panel meningkat diatas standar suhu normal 25 derajat Celcius, efisiensi solar *cell* panel modul efisiensi dan tegangan akan berkurang. Gambar di bawah ini mengilustrasikan bahwa, sebagaimana, suhu sel meningkat diatas 25 derajat Celcius (suhu solar *cell* panel module, bukan suhu udara), bentuk kurva I-V tetap sama, tetapi bergeser ke kiri sesuai dengan kenaikan suhu solar *cell* panel, menghasilkan tegangan dan daya yang lebih kecil. Panas dalam kasus ini, adalah hambatan listrik untuk aliran elektron.

Untuk itu aliran udara di sekeliling solar *cell* panel module sangat penting untuk menghilangkan panas yang menyebabkan suhu solar *cell* panel yang tinggi.



Gambar 2.6 Pengaruh temperatur terhadap daya solar *cell*

(sumber. Roberts : 1991)

d. Shading/ teduh/ bayangan

Solar *cell* panel, terdiri dari beberapa silikon yang diserikan untuk menghasilkan daya yang diinginkan. Satu silikon menghasilkan 0.46 Volt, untuk membentuk solar *cell* panel 12 Volt, 36 silikon diserikan, hasilnya adalah $0.46 \text{ Volt} \times 36 = 16.56$. Shading adalah dimana salah satu atau lebih sel silikon dari solar *cell* panel tertutup dari sinar matahari. Shading akan mengurangi pengeluaran daya dari solar *cell* panel. Beberapa jenis solar *cell* panel module sangat terpengaruh oleh shading dibandingkan yang lain. Tabel di bawah ini menunjukkan efek yang sangat ekstrim pengaruh shading pada satu sel dari modul panel surya single crystalline yang tidak memiliki internal bypass diodes. Untuk mengatasi hal tersebut solar *cell* panel dipasang bypass diode, bypass diode untuk arus mengalir ke satu arah, mencegah arus ke silikon yang kena bayangan.

C. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

1. Pengertian PLTA

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah salah satu pembangkit listrik yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan oleh hal ini disebut sebagai hidroelektrik. Empat komponen dari PLTA adalah adanya waduk atau bendungan, saluran pelimpah (pembawa air), gedung sentral (*powerhouse*), dan serandang hubung (*switchyard*) atau unit transmisi yang mengalirkan produksi listrik ke konsumen.

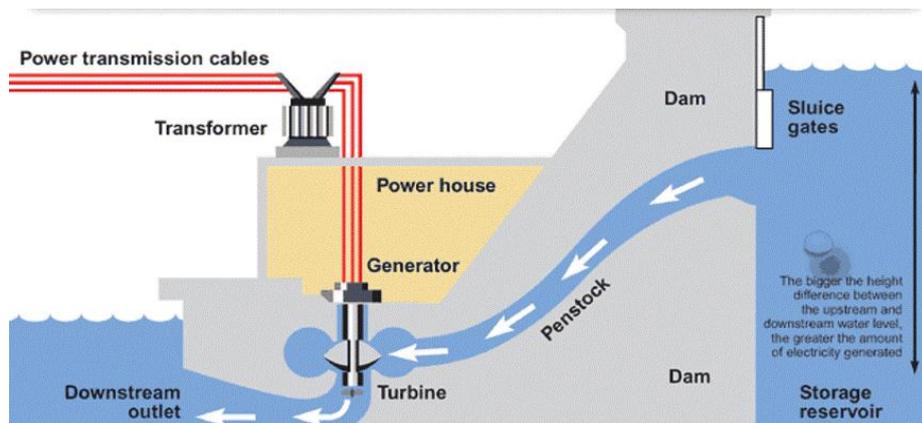
Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah motor yang dihubungkan dengan turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari air. Namun, secara luas pembangkit listrik tenaga air tidak hanya terbatas pada air dan sebuah waduk maupun air terjun, melainkan juga meliputi pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air dalam bentuk apapun.

2. Prinsip Kerja PLTA

Kapasitas PLTA di seluruh dunia berada pada jumlah 675.000 MW, setara dengan 3.600.000.000 barrel minyak atau sama dengan 24% kebutuhan listrik dunia yang digunakan oleh lebih dari 1.000.000.000 orang. Komponen-komponen dasar PLTA berupa bendungan, turbin, generator dan transmisi. Bendungan berfungsi untuk menampung air dalam jumlah besar karena turbin memerlukan pasokan air yang cukup dan stabil. Selain itu bendungan juga berfungsi untuk pengendalian banjir. Contoh waduk Jatiluhur yang berkapasitas 3.000.000.000 m³ air dengan volume efektif sebesar 2.600.000.000 m³. (Singh and Singal, 2017). PLTA bekerja dengan cara mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik untuk menggerakkan motor dari energi mekanik menjadi energi listrik dengan bantuan generator. Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Air akan memukul sudut-sudut dari turbin sehingga turbin berputar. Perputaran turbin ini dihubungkan ke generator. Generator dihubungkan ke turbin dengan bantuan poros dan *gearbox*. Memanfaatkan perputaran turbin untuk memutar kumparan magnet yang

ada didalam generator sehingga terjadi pergerakan elektron yang membangkitkan arus AC.

Transformator digunakan untuk menaikkan tegangan AC dan mengecilkan arus sehingga rugi daya yang digunakan untuk transmisi tidak banyak serta untuk meringankan biaya transmisi daya karena hanya memerlukan kabel yang tidak terlalu besar karena arusnya diperkecil. Berikut pada Gambar 2.7 adalah contoh sistem pembangkit listrik tenaga air.



Gambar 2.7 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air

(Sumber: Studi Elektronika)

D. Baterai

Baterai merupakan piranti penyimpan energi dalam bentuk elektrokimia yang banyak digunakan untuk menyimpan energi untuk berbagai aplikasi.

Terdapat dua jenis baterai, yaitu:

- a. Baterai primer, yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik.

Reaksi elektrokimia yang terjadi bersifat non-reversible (tidak dapat balik). Sehingga setelah digunakan, baterai ini harus dibuang.

b. Baterai sekunder atau dikenal dengan baterai rechargeable(bisa diisi ulang). Reaksi elektrokimia yang terjadi bersifat reversible(dapat balik). Sehingga setelah digunakan, baterai ini dapat diisi (charging)dengan memberikan arus listrik dari luar. Baterai jenis ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik (pada saat digunakan), dan mengubah energi listrik menjadi kimia (pada saat diisi). Baterai rechargeable ini terdiri dari : leadacid (Pb-acid), nickel-cadmium (NiCd), nickel-metal hydride (NiMH), *lithium-ion* (Li-ion), *lithiumpolymer* (*Li-poly*), zinc-air. Baterai lead-acid merupakan jenis baterai yang paling umum digunakan karena teknologi yang cukup mapan dan unjuk kerja yang tinggi terhadap harga, serta mempunyai kerapatan energi yang paling kecil terhadap berat dan isi. Baterai tipe *shallow-cycle* digunakan pada kendaraan dimana diperlukan energi awal untuk menghidupkan mesin. Sedangkan untuk penyimpanan energi, seperti dalam sistem pembangkit energi hibrid, digunakan tipe *deep-cycle*.

Kebutuhan baterai minimum (baterai hanya digunakan 50% untuk pemenuhan kebutuhan listrik). Dengan demikian kebutuhan daya dikalikan 2 kali lipat. Hubungan daya dan aki dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{aki} = V_{aki} \times I_{aki} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

$$P_{aki} = \text{Daya Aki (Watt)}$$

$$V_{aki} = \text{Tegangan Aki (Volt)}$$

$$I_{aki} = \text{Arus Aki (Ampere)}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada BAB ini penulis penulis menjabarkan proses dari penyusunan sampai pada proses akhir rancang bangun prototype pembangkit listrik tenaga hibrid. Adapun tahapan meliputi : Metode penelitian, Survei Awal, Studi Literatur, Analisa Kebutuhan, Perencanaan dan Perancangan Sistem, Eksperimen/pembahasan.

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang bertujuan untuk menguji pembangkit listrik tenaga hibrid. Eksperimen dilakukan dengan cara menggabungkan dua pembangkit listrik yang berbeda, yaitu pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga air hujan dan juga menghitung berapa tegangan rata-rata yang dihasilkan pembangkit ini.

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif yang dijelaskan dengan analisis deskripsi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui dan menjelaskan fungsi pembangkit listrik tenaga hibrid.

2. Waktu Dan Tempat

Waktu pengerjaan penelitian ini berdasarkan dengan jadwal ditentukan untuk pengerjaan tugas akhir. Yang dilakukan pada bulan Maret 2023 sampai dengan selesai. Dan tempat penelitian berlokasi di alamat penulis Desa Garut Kabupaten Lebong Provinsi Bengkulu.

B. Teknik Pengambilan Data

1. Survei

Survei yang penulis lakukan adalah mencari informasi tentang pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga air sebagai penghasil listrik, mengutamakan media masa, media elektronik, dan diskusi dengan dosen pengajar mata kuliah sebagai salah satu sumber informasi dan inspirasi. Waktu pengerjaan penelitian ini berdasarkan dengan jadwal ditentukan untuk pengerjaan tugas akhir. Yang dilakukan pada bulan Maret 2023 sampai dengan selesai. Dan tempat penelitian berlokasi di alamat penulis Desa Garut Kabupaten Lebong.

2. Studi Literatur

Studi Literatur juga dilakukan dengan cara mengunjungi situs-situs yang berhubungan dengan jurnal di internet, membaca Tugas Akhir terdahulu yang telah di jurnalkan dalam bentuk karya tulis ilmiah, membaca artikel yang terkait yang digunakan sebagai refrensi untuk mewujudkan sistem pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid.

C. Analisa Kebutuhan

Tahapan perencanaan meliputi: Membuat diagram blok, mengklasifikasi bahan dan alat rangkaian yang digunakan, merancang alat dan bahan sesuai skema.

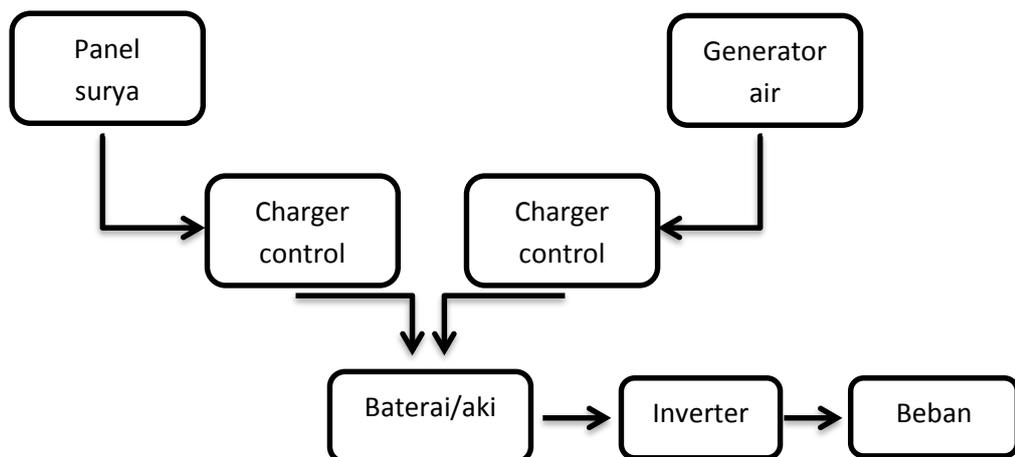
1. Analisa Kebutuhan *Hardware*

Analisis kebutuhan perangkat keras penulis lakukan untuk menentukan perangkat keras apa saja yang dibutuhkan. Berikut daftar komponen yang digunakan:

- a. Panel surya
- b. Generator air
- c. *Batery charger*
- d. Aki
- e. Inverter
- f. Komputer
- g. Kabel
- h. Bohlam
- i. Steker

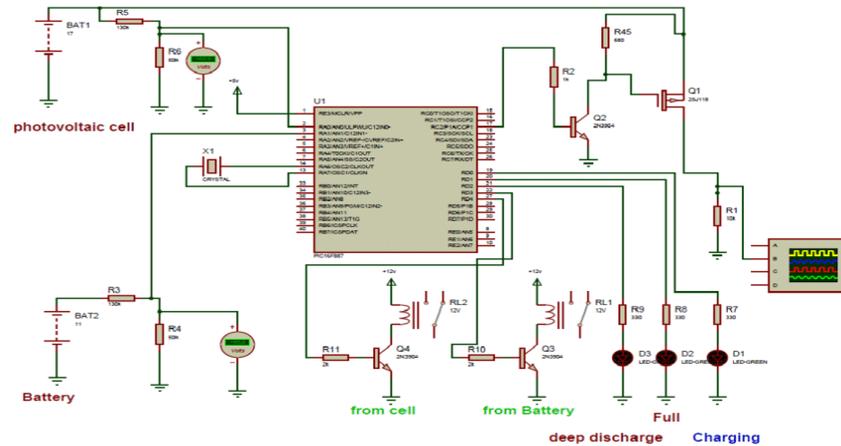
D. Desain Alat Penelitian

Berikut adalah diagram blog perancangan alat:



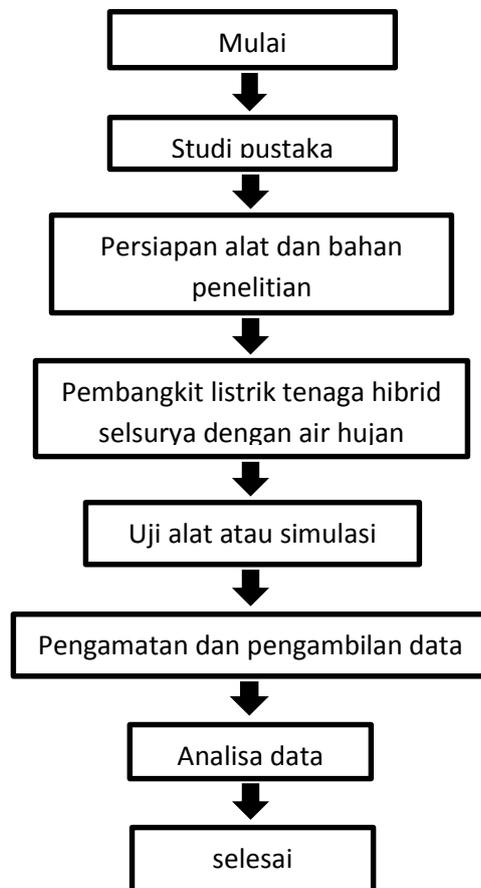
Gambar 3.1 Blog Diagram Alat penelitian

Dari blog diagram diatas bisa dilihat susunan alat yang dibuat. Dan terdapat juga komponen charger control, gambar rangkaiannya sebagai berikut:



Gambar 3.2 Rangkaian Control Charger

E. Diagram Blog Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas tentang hasil pengujian dan analisis. apakah rancangan dapat memenuhi tujuan yang akan dicapai seperti yang telah dijelaskan pada bab I. Dari hasil Ujicoba alat maka didapat data sebagai berikut :

A. Pembuatan Alat

1. Alat

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk membuat pembangkit ini sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rincian Alat Yang Digunakan

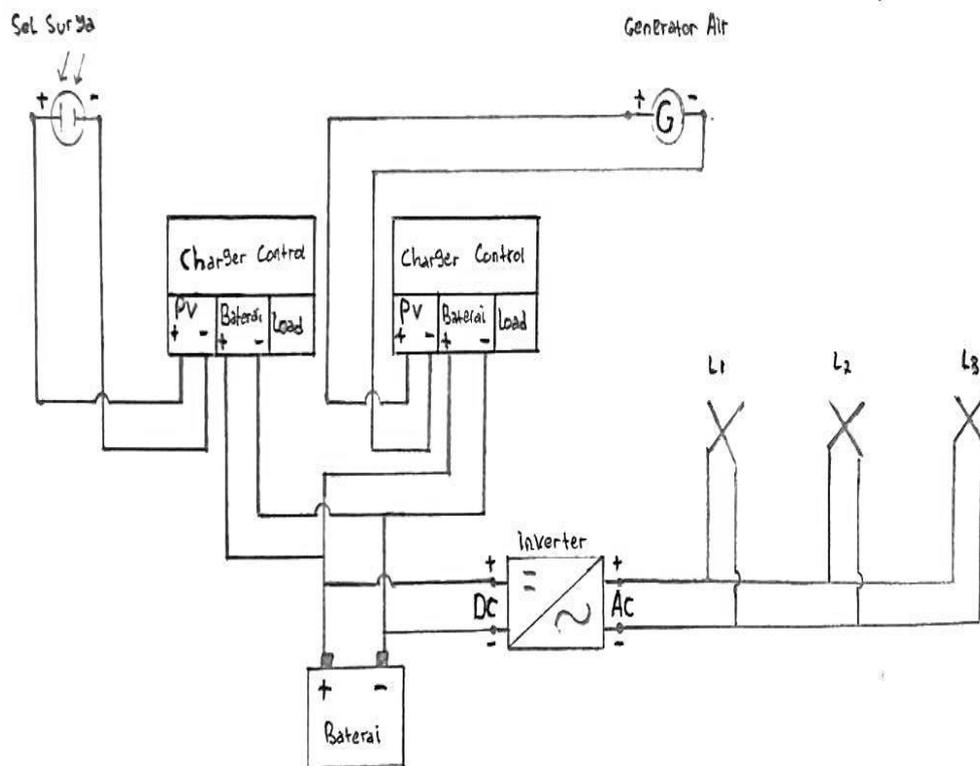
No	Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Obeng +/-	Sunfree	1 unit
2.	Tang kombinasi	Tekiro	1 unit
3.	Cuter	-	1 unit
4.	Martil	-	1 unit
5.	Gergaji	-	1 unit
6.	Multi tester	Philos	1 unit
7.	Gunting	Emigo	1 unit
8.	Solder	-	1 unit

2. Bahan

Setelah alat dirincikan dan dipersiapkan kemudian merincikan bahan-bahan yang akan digunakan, sebagai berikut :

Tabel 3.2 Rincian Bahan Yang Digunakan

No	Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Harga
1.	Panel surya	Mitsuyama 10w	1 unit	Rp.150.000
2.	Generator air	Goso F50-12V	1 unit	Rp.100.000
3.	<i>Charger batray</i>	-	2 unit	Rp.160.000
4.	Batray/aki	GS	1 unit	Rp.233.000
5.	Bohlam	Philip	2 unit	Rp.60.000
6.	Kabel	-	10 meter	Rp.25.000
7.	Ember	-	1 unit	Rp.20.000
8.	Pipa	-	1 unit	Rp.10.000
9.	Capit buaya	-	4 unit	Rp.8.000
10.	Steker	-	1 unit	Rp.2.000
11.	Fiting lampu	-	2 unit	Rp.10.000
12.	Inverter	Smartsonic 300 W	1 unit	Rp.250.000
Total				Rp.1.025.000



Gambar 4.1 Rangkaian Pembangkit Listrik Hibrid

(Sumber: Dok. Andriyan Bagastin, Agustus 2023)

1. Siapkan panel surya diameter 35 cm x 25 cm tebal list 2 cm
2. Siapkan generator air GOSO F50-12V
3. Siapkan juga control charger, baterai/aki, inverter, kabel dan bahan-bahan yang dibutuhkan lainnya
4. Hubungkan kabel output keluaran sel surya ke terminal input control charger 1
5. Hubungkan kabel output keluaran generator air ke terminal input control charger 2
6. Kemudian dari terminal output charger control 1 dan 2 dihubungkan

ke terminal baterai/aki dan jangan sampai fasa netralnya tertukar

7. Lalu sambungkan kabel dari sumber baterai/aki keterminal input inverter
8. Langkah selanjutnya sambungkan beban keterminal output inverter, barulah alat bisa dioperasikan.



Gambar 4.2 Rangkaian Keseluruhan Alat

(Sumber: Dok. Andriyan Bagastin, Agustus 2023)

B. Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pembangkit yang dibuat dapat berfungsi dengan yang diharapkan. Pengujian alat dilakukan terhadap semua bagian pada alat yang di buat secara mandiri dan setelah itu dilakukan pengujian secara keseluruhan. tahap pengujian Sistem yaitu melakukan pengujian pengukuran tegangan dan arus yang dihasilkan pembangkit hibrid.

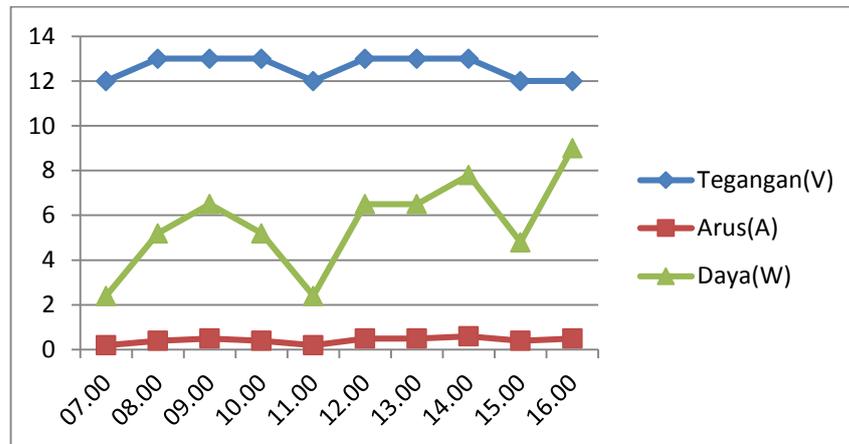
1. Hasil Pengujian Tanpa Beban

Pada tanggal 2 sampai 3 Agustus 2023 penulis melakukan pengukuran tanpa beban pada keluaran sel surya dan tenaga air hujan. Pengukuran ini dilakukan pada pukul 07.00 sampai dengan 16.00 wib menghasilkan keluaran sebagai berikut.

Tabel 4.1 data pengukuran tegangan dan arus keluaran sel surya

Waktu pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan
07.00	12 V	0,2 A	2,4 W	Berawan
08.00	13 V	0,4 A	5,2 W	Cerah
09.00	13 V	0,5 A	6,5 W	Berawan
10.00	13 V	0,4 A	5,2 W	Berawan
11.00	12 V	0,2 A	2,4 W	Berawan
12.00	13 V	0,5 A	6,5 W	Cerah
13.00	13 V	0,5 A	6,5 W	Cerah
14.00	13 V	0,6 A	7,8 W	Cerah
15.00	12 V	0,4 A	4,8 W	Cerah
16.00	12 V	0,5 A	6 W	Cerah

Dari tabel 4.1 dapat disimpulkan hasil tegangan yang didapatkan setelah melakukan pengukuran tidak stabil, hal ini disebabkan karena kondisi cuaca pada saat pengukuran berubah-ubah sehingga sinar yang diterima oleh sel surya juga berubah-ubah. Perhatikan gambar 4.2.



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Tegangan, Arus Dan Daya Terhadap Waktu.

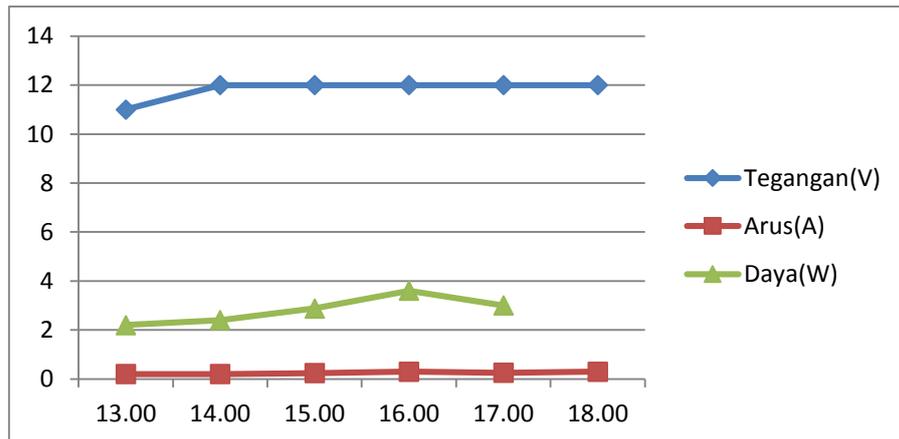
Kemudian dilakukan pengukuran pada pembangkit listrik tenaga air hujan pada tanggal 3 agustus 2023 dari jam 13.00 sampai jam 18.00 wib Adan menghasilkan keluaran pada generator sebagai berikut.

Tabel 4.2 data pengukuran tegangan dan arus keluaran generator air

Waktu pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan
13.00	11 V	0,2 A	2.2 W	Hujan
14.00	12 V	0,2 A	2,4 W	Hujan
15.00	12 V	0,24 A	2.88 W	Hujan
16.00	12 V	0,3 A	3,6 W	Hujan
17.00	12 V	0,25 A	3 W	Hujan
18.00	12 V	0,3 A	3,6 W	Hujan

Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa hasil tegangan yang didapatkan tidak menentu, hal ini disebabkan karena faktor cuaca yang

berubah-ubah yang dimana pada saat cuaca cerah generator tidak bekerja, karena tidak ada tenaga (air hujan) yang bisa memutar kincir. Grafik dari hasil percobaan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Tegangan, Arus Dan Daya Terhadap Waktu.

Setelah dilakukan analisa perbandingan tegangan yang dihasilkan kedua pembangkit maka dilakukan pengukuran pembangkit listrik hibrid dengan memparalelkan fasa dari kedua pembangkit sehingga menghasilkan daya sebagai berikut.

Tabel 4.3 data pengukuran tegangan dan arus pembangkit hibrid

Waktu pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan
07.00	13 V	0,55 A	7,15 W	
08.00	13 V	0,6 A	7,8 W	
09.00	13 V	0,7 A	9,1 W	

10.00	13 V	0,7 A	9,1 W	
11.00	13 V	0,75 A	9,75 W	
12.00	13 V	0,7 A	9,1 W	
13.00	13 V	0,7 A	9,1 W	
14.00	13 V	0,65 A	8,45 W	
15.00	13 V	0,7 A	9,1 W	
16.00	13 V	0,65 A	8,45 W	

Dari tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa hasil tegangan yang didapatkan setelah melakukan sistem hibrid mengalami kenaikan 13 V dan arus 0,75 A, jadi tegangan rata-rata pembangkit listrik hibrid adalah 13 V.

2. Hasil Pengujian menggunakan beban

Setelah melakukan pengujian tanpa beban, dilakukan pula pengujian pembangkit sel surya, pembangkit energi air hujan dengan menggunakan beban lampu LED 5 Watt sampai 12 Watt dan ketika dilakukan penggabungan kedua pembangkit untuk mengetahui lama pengoprasian beban menggunakan aki.

Tabel 4.4 hasil pengujian beban pembangkit tenaga surya

Pembangkit	Beban lampu 5 Watt	Beban lampu 7 Watt	Beban lampu 12 Watt
Sel surya	Menyala	Menyala	Redup

Tabel 4.5 hasil pengujian beban pembangkit tenaga air hujan

Pembangkit	Beban lampu 5 Watt	Beban lampu 7 Watt	Beban lampu 12 Watt
Tenaga air hujan	Menyala	Redup	Tidak menyala

Tabel 4.6 hasil pengujian beban pembangkit tenaga hibrid

Pembangkit	Beban lampu 5 Watt	Beban lampu 7 Watt	Beban lampu 12 Watt
Hibrid	Menyala	Menyala	Menyala

Seperti pada tabel 4.6 diatas bisa dilihat beban kedua pembangkit sebelum dilakukan sistem hibrid hanya mampu membangkitkan beban sampai 7 Watt sedangkan setelah dilakukan sistem hibrid dapat membangkitkan beban 12 Watt.

C. Implikasi Pada Penerangan Masjid

Berikut adalah gambar pengujian pada penerangan masjid



Gambar 4.5 Instalasi Penerangan Masjid

(Sumber: Dok. Andriyan Bagastin, Agustus 2023)

Dapat dilihat pada gambar 4.5 hasil pengujian pada instalasi penerangan masjid, masjid tersebut memiliki 7 titik lampu, yang dimana 5 lampu dengan daya 5 Watt dan 2 lampu dengan daya 12 Watt. Pada saat pengujian semua lampu bisa menyala terang.

Tabel 4.7 hasil implikasi penerangan masjid.

Pembangkit	Tegangan inverter	Daya	Daya maxs
Hibrid	13 V DC –	5 x 5 W	25 W
	220 V AC	2 X 12 W	24 W
Total Daya			49 Watt

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian pembangkit listrik hibrid pada penerangan masjid bisa menyalakan semua lampu.

Tabel 4.8 hasil Pengujian prototype (Daya)

N0	Pembangkit	Tegangan	Daya
1	Surya Panel	13 V	10 Watt
2	Generator Air Hujan	12 V	8 Watt
3	Hibrid	13 V	49 Watt

Dari tabel 4.8 dapat disimpulkan hasil pengujian tegangan dan daya dari pembangkit tenaga surya menghasilkan tegangan 13 V dengan daya 10 Watt, kemudian hasil pengujian tegangan dan daya dari genertor air hujan menghasilkan tegangan 12 V dengan daya 8 Watt. Sedangkan saat pengujian tegangan dan daya dengan sistem hibrid menghasilkan tegangan 13 V dengan daya 49 Watt.

Prototype pembangkit listrik tenaga hibrid ini jika diubah ke bentuk nyata harus di naikkan 10 kali lipat dari prototype, dan komponen yang digunakan seperti panel surya harus menggunakan panel surya 100 Wp, generator air yang digunakan juga harus 100 Wp ke atas dan baterai atau aki yang digunakan harus 60 Ah ke atas.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid, secara mandiri untuk setiap komponen yang digunakan, maka dapat diambil kesimpulan, diantaranya:

1. Pembuatan Alat

- Siapkan panel surya diameter 35 cm x 25 cm tebal list 2 cm
- Siapkan generator air GOSO F50-12V
- Siapkan juga control charger, baterai/aki, inverter, kabel dan bahan-bahan yang dibutuhkan lainnya
- Hubungkan kabel output keluaran sel surya ke terminal input control charger 1
- Hubungkan kabel output keluaran generator air ke terminal input control charger 2
- Kemudian dari terminal output charger control 1 dan 2 dihubungkan ke terminal baterai/aki dan jangan sampai fasa netralnya tertukar
- Lalu sambungkan kabel dari sumber baterai/aki ke terminal input inverter
- Langkah selanjutnya sambungkan beban ke terminal output inverter, barulah alat bisa dioperasikan.

2. Tegangan rata-rata yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga surya adalah 18 Volt dan rata-rata arus yang dihasilkan sebesar 0,5 A.
3. Tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air hujan adalah 12 Volt, sedangkan rata-rata arus yang dihasilkan sebesar 0,2 A.
4. Untuk daya yang dihasilkan oleh pembangkit hibrid sebesar 19 Watt dengan menyimpan tegangan ke Aki.
5. Rancangan alat ini cocok digunakan untuk penerangan masjid atau pondok kebun yang belum terjangkau listrik PLN.

B. Saran

Sebagai acuan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari laporan yang dibuat dalam tugas akhir ini, penulis memberi saran kepada pembaca sebagai berikut :

1. Sistem yang dibangun dapat dimanfaatkan dan dikembangkan lagi dengan komponen yang lebih mendukung.
2. Diharapkan untuk penggunaan panel surya menggunakan kapasitas yang lebih besan seperti panel surya 100 Wp agar dapat menghasilkan listrik yang maksimal, begitu juga dengan generator air nya.
3. Disarankan untuk menggunakan aki yang berkapasitas besar supaya bisa menyimpan daya yang besar dan mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, Ansal dan Arfita yuana, *Pembangkit Listrik Sistem Hibrida Sel Surya Dengan Energi Angin*, Teknik Elektro ITP, Vol.5 No.1; januari 2016, diunduh pada tanggal 3 juni 2023
- Ethelbertphanias, 2014, *Pemanfaatan Teknologi Hybrid Berbasis Energi Surya Dan Angin, Laporan Ilmiah pada 7 february 2014*, <https://www.slideshare.net>, diunduh pada tanggal 4 juni 2023
- Hayu,Teuku,Syaufi,dkk.2018. *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya-Bayu) di Banda Aceh Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*. Aceh: Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, diunduh pada tanggal 4 juni 2023
- Hendrayana, 1, Februari 2017. *Simulasi Sistem Hibrid Pembangkit Energi Surya, Angin, dan Generator Untuk Mengoptimalkan Pemanfaatan Daya Energi*. Darussalam Banda Aceh: Magister Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala, diunduh pada tanggal 4 juni 2023
- Kadie, Abdul,Prof,Ir., *Energi : Suatu Perkembangan, ListrikPedesaan Di Indonesia*,UI Press,Jakarta 1994, diunduh pada tanggal 3 juni 2023
- Pahlevi, Reza (2014). *Pengujian karakteristik panel surya berdasarkan intensitas tenaga surya*. Skripsi. Universitas muhammadiyah Surakarta. Diunduh pada 4 juni 2023
- Rahman, Saifur dan Kwa Tam, A feasibility, *Study of photovoltaic-Fuel Cell Hybrid Energy Sistem* ,IEEE transactions on Energy Conversion Vol. 3 No. 1 ; maret 1988, diunduh pada 4 juni 2023
- Susandi (2006). *Konfigurasi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid*. Diunduh pada 3 juni 2023
- Sopian & Othman (2005). *PLTH Sistem Serial*. Diunduh pada 3 juni 2023
- Roberts (1991). *Karakteristik Arus Dan Tegangan Sel Surya*. Diunduh pada 4 juni 2023
- Widodo S Jusuf (2017). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Diunduh pada 4 juni 2023

LAMPIRAN