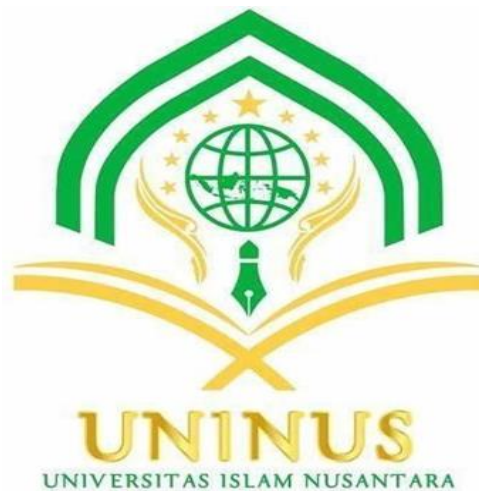


**RANCANG BANGUN SISTEM PANEL SURYA PORTABLE
BERBASIS MONOKRISTALIN UNTUK PENYEDIAAN
ENERGI LISTRIK DI DAERAH TERPENCIL
SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara
Bandung

Oleh:

VITO DWI NUR HIDAYAT
4103 7002 21 1017



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
2025**

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vito Dwi Nur Hidayat

NIM : 41037002211017

Program studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul :

RANCANG BANGUN SISTEM PANEL SURYA PORTABLE BERBASIS MONOKRISTALIN UNTUK PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK DI DAERAH TERPENCIL, dibuat dengan sebenar-benarnya dari penelitian, pemikiran, dan pemaparan hasil saya sendiri, untuk melengkapi sebagai pernyataan menjadi Sarjana (S1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara Bandung, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari buku Skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan jenjang Sarjana (S1) di lingkungan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara Bandung maupun perguruan-perguruan tinggi atau instansi manapun kecuali bagian yang sumber informasi dicantumkan sebagaimana mestinya.

Karawang, 04 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,

VITO DWI NUR HIDAYAT

NIM. 41037002211017

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PANEL SURYA PORTABLE BERBASIS MONOKRISTALIN UNTUK PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK DI DAERAH TERPENCIL

Disusun dan diajukan oleh:

VITO DWI NUR HIDAYAT
41037002211017

Disetujui dan disahkan pada Sidang Skripsi
pada tanggal :

Bandung, 23 April 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Iksal Rachman, M.T.

Ganis Sanhaji S.Si., M.Sc.

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Ricky Yoseptry, S.T., M.M.Pd.

Muhammad Zimamul Adli, S.Si., M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN

REVISIAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM PANEL SURYA PORTABLE BERBASIS
MONOKRISTALIN UNTUK PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK DI
DAERAH TERPENCIL**

Telah Direvisi

Oleh:

VITO DWI NUR HIDAYAT

41037002211017

Bandung, 10 Mei 2025

Mengesahkan,

Penguji I

Penguji II

Agung Muhamad Toha, S.ST., M.T. Muhammad Zimamul Adli, S.Si., M.Si.

Ketua Sidang

Dr. Ricky Yoseptry, S.T., M.M.Pd.

BIODATA PENULIS



Nama : Vito Dwi Nur Hidayat
Tempat, Tanggal Lahir : Karawang, 04 Februari 2003
Alamat : Perum Griya Kondang Asri Blok C9/02, Desa
Kondang Jaya, Kecamatan Karawang Timur,
Kabupaten Karawang, Jawa Barat
Telepon : +62895387574220
Email : vitodwinurhidayat03gmail.com
Riwayat Pendidikan : SD Negeri Kondangjaya III Karawang
MTS YPPA Cipulus Purwakarta
SMK AL-Badar Cipulus Purwakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis pun menyadari bahwa tanpa adanya motivasi dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih beserta penghargaan setinggi-tingginya kepada:

Allah SWT atas segala doa yang telah didengar-Nya.

1. Ibu Suparsinem dan Bapak Zikri selaku orang tua yang telah memberikan dorongan secara motivasi, doa maupun material. Juga kakak tersayang Visca Ardiyanti, A.Md.Keb. serta seluruh keluarga besar penulis, terima kasih karena selalu memberikan motivasi pada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Endang Kosmara, M.Si. selaku Rektor Universitas Islam Nusantara.
3. Bapak Dr. Ricky Yoseptry, S.T., M.M.Pd. selaku dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Nusantara.
4. Bapak Muhammad Zimamul Adli, S.Si., M.Si. selaku Ketua Prodi Teknik Elektro. Universitas Islam Nusantara.
5. Bapak Dr. Iksal Rachman, M.T. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberi dukungan, bimbingan, arahan, masukan serta semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing II sekaligus dosen wali yang selalu memberi dukungan, bimbingan, arahan, masukan serta semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh dosen Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat pada penulis.
8. Seluruh staff Tata Usaha Fakultas Teknik, yang telah membantu penulis dalam urusan administrasi kemahasiswaan.

9. Kepada pemilik NIM 41037002211015 terima kasih telah memberikan semangat, motivasi, dan dukungan emosional selama masa-masa sulit dalam penyusunan skripsi ini.
10. Sahabat seperjuangan skripsi Julian, Herlan syah, dan Decky yang sama sama berjuang bersama dan saling menyemangati.
11. Teman-teman Teknik Elektro 2021 yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima dengan lapang dada segala kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu.

Karawang, 04 Februari 2025

VITO DWI NUR HIDAYAT

NIM. 41037002211017

ABSTRAK

Nama : Vito Dwi Nur Hidayat

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : Rancang Bangun Sistem Panel Surya Portable Berbasis
Monokristalin Untuk Penyediaan Energi Listrik di Daerah
Terpencil

Energi listrik merupakan kebutuhan fundamental bagi kehidupan modern, namun banyak daerah terpencil di Indonesia masih mengalami keterbatasan akses listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem panel surya portable berbasis monokristalin sebagai solusi penyediaan listrik yang efisien dan berkelanjutan bagi daerah terpencil. Panel surya monokristalin dipilih karena memiliki efisiensi konversi energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya serta daya tahan yang lebih lama.

Metode penelitian mencakup perancangan sistem panel surya, pengujian efisiensi konversi daya, dan analisis kestabilan distribusi energi. Sistem ini terdiri dari panel surya monokristalin 3x100Wp, pengontrol daya berbasis Maximum Power Point Tracking (MPPT), baterai penyimpanan dengan konfigurasi multivariabel (12V, 24V, 36V), dan inverter routing bridge untuk memastikan efisiensi distribusi daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan daya listrik yang stabil dengan efisiensi konversi mencapai 18-22%, serta mampu menyuplai energi untuk berbagai kebutuhan beban listrik seperti lampu LED dan peralatan rumah tangga kecil.

Implementasi sistem ini menghadapi beberapa tantangan, seperti variasi intensitas sinar matahari dan ketahanan terhadap kondisi cuaca ekstrem. Namun, dengan strategi pemasangan yang optimal dan sistem proteksi terhadap lonjakan tegangan serta suhu berlebih, sistem ini terbukti andal dalam menyediakan listrik secara mandiri. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi

dalam mendukung transisi energi bersih serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat di daerah terpencil melalui akses listrik yang lebih merata.

Kata Kunci: Panel surya monokristalin, energi terbarukan, daerah terpencil, system portable.

ABSTRACT

Name : Vito Dwi Nur Hidayat

Departement : Electrical Engineering

Title : Design and Construction of a Monocrystalline Portable Solar
Panel System for Providing Electrical Energy in Remote
Areas

Electrical energy is a fundamental need for modern life, but many remote areas in Indonesia still experience limited access to electricity. This study aims to design and develop a portable monocrystalline solar panel system as an efficient and sustainable electricity supply solution for remote areas. Monocrystalline solar panels are chosen because they have higher energy conversion efficiency compared to other types and longer durability.

The research method includes solar panel system design, power conversion efficiency testing, and energy distribution stability analysis. The system consists of 3x100Wp monocrystalline solar panels, a Maximum Power Point Tracking (MPPT) based power controller, a storage battery with a multivariable configuration (12V, 24V, 36V), and a routing bridge inverter to ensure power distribution efficiency. The test results show that the system is able to produce stable electrical power with a conversion efficiency of 18-22%, and is able to supply energy for various electrical load needs such as LED lights and small household appliances.

The implementation of this system faces several challenges, such as variations in sunlight intensity and resistance to extreme weather conditions. However, with an optimal installation strategy and protection system against voltage surges and excessive temperatures, this system has proven to be reliable in providing electricity independently. Thus, this research is expected to contribute to supporting the clean energy transition and improving the welfare of people in remote areas through more equitable access to electricity.

Keywords: *Monocrystalline solar panels, renewable energy, remote areas, portable systems.*

DAFTAR ISI

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BIODATA PENULIS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Jadwal Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
2 BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Energi Terbarukan	9
2.2 Energi Matahari.....	10
2.3 Panel Surya	12
2.3.1 Panel Surya Monokristalin	13
2.3.2 Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	15
2.4 Perancangan Sistem Panel Surya Untuk Daerah Terpencil	16
2.4.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Performa Sistem Panel Surya.....	16
2.4.2 Keunggulan dan Tantangan Implementasi Panel Surya di Daerah Terpencil.....	17

2.5	Flowchart.....	20
2.6	Penelitian Terdahulu.....	21
2.7	Kerangka Berfikir	23
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	26
3.2	Komponen Utama	26
3.3	Rancangan Penelitian	27
3.4	Prosedur Percobaan.....	33
3.5	Metode Pengumpulan Data	35
3.6	Hambatan penelitian.....	35
4 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Arsitektur Sistem	38
4.1.1	Sistem Kerja Panel Surya	38
4.1.2	Sistem Pengontrol Daya (Charge Controller).....	39
4.1.3	Sistem Baterai Penyimpanan	40
4.1.4	Sistem Inverter Routing Bridge.....	41
4.1.5	Sistem Load (Beban Listrik).....	42
4.2	Desain 3D Sistem.....	42
4.2.1	Struktur Fisik Panel Surya	42
4.2.2	Pengaturan Modul Penyimpanan (Baterai).....	43
4.2.3	Sistem Konversi Daya (Inverter).....	44
4.2.4	Jalur Distribusi Energi	44
4.3	Prinsip Kerja Sistem.....	46
4.4	Implementasi Fisik dan Tantangan	47
4.5	Uji Coba Sederhana Sistem.....	47
5 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN		56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Daftar Wilayah Indonesia yang Kena Kiris Listrik	1
Gambar 2. 1 Macam-Macam Sumber Energi Terbarukan.....	10
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Panel surya	13
Gambar 2. 3 Panel Surya Monokristalin	15
Gambar 2. 4 Sistem MPPT	15
Gambar 2. 5 Logo SketchUp.....	19
Gambar 2. 6 Kerangka Berfikir.....	25
Gambar 3. 1 Rancangan Struktur Penelitian	28
Gambar 3. 2 Langkah-Langkah Penelitian.....	31
Gambar 3. 3 3d Desain SketchUp Panel Surya	34
Gambar 4. 1 Sistem Kerja Panel Surya	39
Gambar 4. 2 Charger Control	40
Gambar 4. 3 Baterai Penyimpanan (Aki)	40
Gambar 4. 4 Rangkaian Inverter Routing Brigde	41
Gambar 4. 5 Lampu LED (untuk tes beban)	42
Gambar 4. 6 Desain Struktur Rangka Panel Surya	43
Gambar 4. 7 Rangkaian Penyimpanan (Baterai).....	44
Gambar 4. 8 Desain Akhir Panel Surya Bagian Depan.....	45
Gambar 4. 9 Desain Akhir Panel Surya Bagian Belakang	45
Gambar 4. 10 Grafik Hasil (Hari Selasa, 18 Maret2025).....	50
Gambar 4. 11 Grafik Hasil (Hari Rabu, 19 Maret 2025).....	50

DAFTAR TABEL

Label 1. 1 Jadwal Penelitian.....	7
Label 2. 1 Keunggulan dari jenis-jenis Panel Surya	12
Label 2. 2 Simbol Flowchart	21
Label 2. 3 Penelitian Terdahulu.....	22
Label 4. 1 Hasil Uji Coba Pengukuran Hari Selasa, 18 Maret 2025	49
Label 4. 2 Hasil Uji Coba Pengukuran Hari Rabu, 19 Maret 2025.....	49

DAFTAR ISTILAH

Istilah	Keterangan	Muncul Pertama
<i>Genset</i>	: Genset adalah singkatan dari generator set, yaitu mesin yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik	1
<i>Listrik Konvensional</i>	: Sistem tenaga tradisional yang menggunakan sumber daya tunggal untuk menyalurkan listrik ke sejumlah konsumen.	2
<i>Efisiensi</i>	: Kemampuan untuk mencapai hasil yang optimal dengan menggunakan sumber daya seminimal mungkin, atau dengan kata lain, melakukan sesuatu dengan tepat dan efektif	2
<i>Monokristalin</i>	: Jenis sel surya yang terbuat dari satu kristal silikon tunggal yang berukuran besar	2
<i>Photovoltaic</i>	: Proses mengubah cahaya menjadi energi listrik. Teknologi ini menggunakan bahan semikonduktor, seperti silikon dan kadmium telurida.	3
<i>Hybrid</i>	: Kata serapan dari bahasa Inggris yang berarti campuran, hibrida, bastar, peranakan, dan cangkukan.	3

<i>Intermiten</i>	: Tidak teratur, berjeda, atau berhenti sementara waktu.	8
<i>Maximum Power Point Tracking (MPPT)</i>	: Metode atau algoritma yang digunakan untuk mendapatkan daya maksimum dari panel surya. MPPT juga disebut sebagai Pelacakan Titik Daya Maksimum	14
<i>Direct Current (DC)</i>	: Arus listrik yang mengalir secara konstan dalam satu arah, dari kutub positif ke negatif. DC juga disebut arus searah.	23
<i>Alternating Current (AC)</i>	: Arus listrik yang arahnya berubah-ubah secara berulang. Arus ini digunakan dalam listrik rumah tangga dan kabel listrik.	23
<i>Electrical Load</i>	: Komponen listrik yang mengonsumsi daya listrik.	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan modern. Hampir seluruh aspek kehidupan manusia, baik dalam bidang rumah tangga, industri, pendidikan, maupun kesehatan, bergantung pada ketersediaan listrik (Muslihi et al., n.d.) Tanpa listrik, aktivitas masyarakat dapat terganggu, perkembangan ekonomi dapat terhambat, serta kualitas hidup masyarakat menjadi lebih rendah. Namun, hingga saat ini masih banyak daerah terpencil di Indonesia yang belum mendapatkan akses listrik yang memadai.

Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), sekitar 2.500 desa di Indonesia masih mengalami keterbatasan akses listrik (Kementrian ESDM, 2023). Hal ini terutama terjadi di daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional, seperti pedalaman hutan, daerah pegunungan, dan kepulauan kecil. Kondisi ini menyebabkan rendahnya produktivitas masyarakat serta menghambat perkembangan ekonomi dan sosial di wilayah tersebut. Masyarakat di daerah terpencil sering kali masih mengandalkan sumber energi alternatif seperti genset berbahan bakar minyak, yang memiliki biaya operasional tinggi serta tidak ramah lingkungan.



Gambar 1. 1 Daftar Wilayah Indonesia yang Kena Kiris Listrik

(Sumber : Data Kementerian ESDM / Detikcom, 2014)

Salah satu faktor utama yang menghambat pemerataan akses listrik adalah kondisi geografis yang sulit dijangkau, infrastruktur yang terbatas, serta tingginya biaya pembangunan dan pemeliharaan jaringan listrik konvensional. Infrastruktur kelistrikan yang terpusat pada jaringan transmisi PLN sulit untuk diperluas ke daerah terpencil karena keterbatasan anggaran dan tantangan teknis dalam pembangunannya. Biaya investasi untuk membangun jaringan listrik di daerah terpencil sering kali lebih tinggi dibandingkan dengan daerah perkotaan, sehingga tidak efisien dari segi ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang mampu menyediakan energi listrik secara mandiri dan berkelanjutan, terutama di daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional (Samsurizal, et al., 2021).

Salah satu solusi yang potensial adalah pemanfaatan energi surya. Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena berada di garis khatulistiwa dengan intensitas radiasi matahari yang cukup tinggi sepanjang tahun. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber listrik alternatif dapat menjadi solusi yang efisien dan ramah lingkungan bagi daerah terpencil. Dengan menggunakan sistem panel surya, masyarakat dapat memperoleh akses listrik secara mandiri tanpa harus bergantung pada jaringan listrik konvensional. Selain itu, energi surya juga merupakan energi terbarukan yang tidak akan habis, sehingga dapat menjadi solusi jangka panjang dalam penyediaan listrik di daerah terpencil (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

Panel surya berbasis monokristalin menjadi salah satu teknologi yang menjanjikan dalam penyediaan energi listrik di daerah terpencil. Teknologi ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis panel surya lainnya, seperti polikristalin dan thin-film. Panel surya monokristalin mampu menghasilkan daya listrik yang lebih optimal meskipun dalam kondisi sinar matahari yang tidak terlalu intens. Keunggulan lainnya adalah umur pakai yang lebih panjang serta desain yang lebih efisien dalam penggunaan lahan. Dengan keunggulan ini, sistem panel surya berbasis monokristalin dapat menjadi solusi efektif dalam mengatasi permasalahan keterbatasan akses listrik di daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama bagi kehidupan manusia. Peningkatan kebutuhan energi menjadi indikator peningkatan kesejahteraan dan kemajuan suatu negara. Oleh karena itu, penting untuk mencari sumber energi yang tidak hanya berkelanjutan tetapi juga dapat diterapkan secara luas, terutama di daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik nasional. Pemanfaatan energi surya di Indonesia mempunyai prospek yang sangat baik, mengingat wilayah geografis negara ini yang berada di daerah tropis dengan intensitas penyinaran matahari yang tinggi sepanjang tahun. Konversi energi matahari menjadi energi listrik dapat dilakukan melalui teknologi *photovoltaic (PV)*, yang memungkinkan sinar matahari diubah langsung menjadi listrik yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. (Samsurizal, et al., 2021).

Pemanfaatan energi surya melalui teknologi *photovoltaic* telah banyak diterapkan dalam berbagai skenario, termasuk sistem individu maupun sistem hybrid. Sistem individu umumnya digunakan untuk kebutuhan rumah tangga atau fasilitas kecil, seperti sekolah dan pusat kesehatan di daerah terpencil, sementara sistem hybrid merupakan penggabungan antara energi terbarukan dan sumber energi konvensional, seperti diesel atau tenaga air, untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem kelistrikan (Güllü et al., n.d.)

Dalam beberapa tahun terakhir, pemerintah Indonesia telah mendorong penggunaan energi terbarukan sebagai upaya untuk mencapai ketahanan energi nasional. Berbagai program telah digulirkan, termasuk penyediaan listrik berbasis energi surya untuk daerah terpencil melalui program PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Namun, implementasi di lapangan masih menghadapi berbagai kendala, seperti biaya investasi awal yang tinggi, kurangnya pemahaman masyarakat mengenai teknologi ini, serta tantangan dalam pemeliharaan dan keberlanjutan sistem (Rahim, S., & Elvikasari, N.). Oleh karena itu, penelitian mengenai rancang bangun sistem panel surya berbasis monokristalin menjadi sangat penting untuk memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam penyediaan listrik di daerah terpencil.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem panel surya berbasis monokristalin yang dapat diimplementasikan di daerah terpencil dengan

mempertimbangkan aspek efisiensi, daya tahan, serta kemudahan dalam instalasi dan pemeliharaan. Dengan pendekatan yang tepat, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi yang berkelanjutan dalam menyediakan energi listrik bagi masyarakat yang selama ini belum menikmati layanan listrik yang layak.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya mewujudkan kemandirian energi bagi masyarakat di daerah terpencil, meningkatkan kesejahteraan mereka, serta mendukung program energi bersih dan ramah lingkungan yang menjadi prioritas dalam pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem panel surya berbasis monokristalin yang efisien untuk daerah terpencil?
2. Seberapa besar daya listrik yang dapat dihasilkan oleh sistem panel surya berbasis monokristalin dalam kondisi geografis tertentu?
3. Bagaimana strategi pemasangan dan pemeliharaan agar sistem dapat beroperasi secara optimal dalam jangka panjang?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

1. Merancang sistem panel surya berbasis monokristalin yang dapat diimplementasikan di daerah terpencil.
2. Menganalisis daya listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya berbasis monokristalin berdasarkan kondisi cuaca tertentu.
3. Menentukan metode pemasangan dan pemeliharaan sistem agar dapat berfungsi secara optimal dan berkelanjutan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah akan dibatasi untuk memudahkan pembahasan dan mencapai tujuan penelitian dengan lebih baik. Pembatasan masalah akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Jenis Panel Surya

Penelitian ini hanya berfokus pada perancangan dan implementasi sistem panel surya berbasis monokristalin. Panel surya jenis lain, seperti polikristalin atau thin-film, tidak akan dibahas dalam penelitian ini. Pemilihan panel monokristalin didasarkan pada efisiensinya yang lebih tinggi serta daya tahan yang lebih baik dibandingkan jenis lainnya.

2. Lokasi Penerapan

Penelitian ini difokuskan pada daerah terpencil yang memiliki keterbatasan akses listrik dari jaringan PLN. Kriteria daerah terpencil yang dipilih meliputi wilayah dengan infrastruktur listrik yang minim, tingkat keterjangkauan geografis yang sulit, serta masyarakat yang masih mengandalkan sumber energi tradisional seperti genset berbahan bakar minyak atau lampu minyak tanah.

3. Kapasitas Sistem

Rancangan sistem panel surya dalam penelitian ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik skala kecil hingga menengah, seperti rumah tangga, sekolah, atau fasilitas kesehatan di daerah terpencil. Penelitian ini tidak mencakup perancangan sistem skala besar yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya dalam kapasitas megawatt.

4. Komponen Sistem

Penelitian ini akan membahas komponen utama dalam sistem panel surya berbasis monokristalin, meliputi panel surya, pengontrol daya (solar charge controller), baterai penyimpanan energi, dan inverter. Pembahasan tidak akan mencakup komponen tambahan di luar sistem utama, seperti sistem

pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) atau sistem hybrid dengan sumber energi lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan bagi daerah yang belum terjangkau oleh listrik PLN.
2. Menyediakan panduan teknis bagi masyarakat dan pemerintah dalam merancang, memasang, serta merawat sistem panel surya berbasis monokristalin.
3. Mendorong penggunaan energi terbarukan sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan meningkatkan ketahanan energi nasional.

1.6 Jadwal Penelitian

Label 1. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Penelitian																	
		November				Desember				Januari				Februari				Maret	
1.	Persiapan Penelitian																		
	Penelitian Awal																		
	Penyusunan Proposal																		
	Seminar Proposal																		
	Pembuatan SK Pembimbing dan Surat Izin Penelitian																		
2.	Pelaksanaan																		
	Penelitian Lanjutan																		
	Pengumpulan, Perancangan dan Analisa Data																		
3.	Pelaporan																		
	Pembuatan Laporan																		
	Sidang Tugas Akhir																		
	Perbaikan																		

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup kajian, sistematika penulisan laporan ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

membahas teori-teori yang mendukung penelitian ini, termasuk konsep dasar energi surya, panel surya monokristalin, serta studi kasus penerapan panel surya di daerah terpencil.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Memberikan gambaran tentang perencanaan rangkaian yang terdiri dari komponen-komponen yang dibutuhkan untuk proses perancangan alat yang akan dibuat.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan meliputi hasil analisis sampai pada hasil ujicoba sistem yang telah dibangun.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas tentang Kesimpulan dan Saran yang diambil oleh penulis terhadap Proposal tugas akhir yang dibuat.

Dengan sistematika ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan solusi energi terbarukan untuk daerah terpencil.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Energi Terbarukan

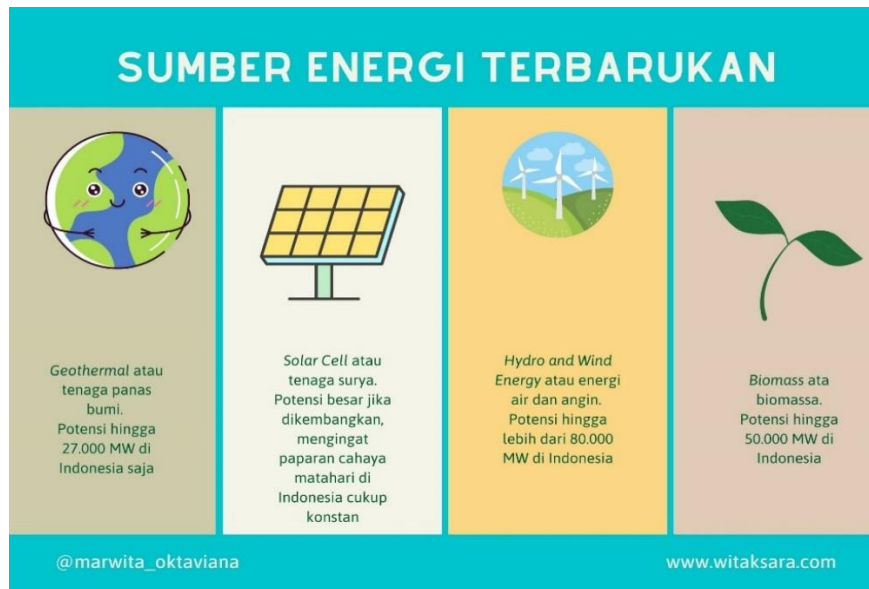
Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat diperbarui secara alami dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan sumber energi fosil. Sumber energi ini tidak akan habis meskipun terus digunakan, sehingga lebih berkelanjutan untuk kebutuhan jangka panjang. Beberapa contoh energi terbarukan meliputi energi matahari, angin, air (hidro), biomassa, dan panas bumi. Di antara berbagai jenis energi terbarukan, energi matahari menjadi salah satu yang paling potensial, terutama bagi negara tropis seperti Indonesia yang memiliki intensitas penyinaran matahari yang tinggi sepanjang tahun (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

Keunggulan utama energi terbarukan adalah ketersediaannya yang tidak terbatas serta dampaknya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi gas rumah kaca. Pemanfaatan energi terbarukan dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya fosil yang semakin menipis serta menekan dampak negatif perubahan iklim global. Selain itu, teknologi energi terbarukan semakin berkembang sehingga efisiensinya terus meningkat, menjadikannya pilihan yang semakin layak untuk digunakan dalam berbagai sektor, termasuk penyediaan listrik di daerah terpencil (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan energi terbarukan mengalami perkembangan pesat akibat meningkatnya kesadaran akan pentingnya transisi energi bersih dan berkelanjutan. Namun, salah satu tantangan utama dalam pemanfaatan energi terbarukan adalah sifatnya yang bersifat intermiten, yaitu pasokan energi yang tidak selalu tersedia secara stabil. Misalnya, energi surya hanya dapat diperoleh saat siang hari ketika matahari bersinar, sementara energi angin sangat bergantung pada kecepatan angin yang bervariasi (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

Dengan perkembangan teknologi baterai dan sistem manajemen energi yang semakin canggih, integrasi panel surya dengan penyimpanan energi kini menjadi solusi yang lebih efektif dalam memenuhi kebutuhan listrik di berbagai daerah,

termasuk wilayah-wilayah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik nasional. Oleh karena itu, pengembangan sistem panel surya berbasis monokristalin yang efisien dan berkelanjutan menjadi langkah strategis dalam mendukung transisi energi bersih serta pemerataan akses listrik di Indonesia.



Gambar 2. 1 Macam-Macam Sumber Energi Terbarukan

(Sumber : www.witaksara.com)

2.2 Energi Matahari

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial dan banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk pembangkitan listrik melalui teknologi photovoltaic (PV). Sinar matahari yang mencapai permukaan bumi dapat dikonversi menjadi energi listrik menggunakan panel surya, yang bekerja berdasarkan prinsip efek fotovoltaiik. Teknologi ini semakin berkembang dan menjadi solusi alternatif yang efisien untuk menyediakan listrik di daerah terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional (Samsurizal, et al., 2021).

Sebagai negara tropis yang terletak di garis khatulistiwa, Indonesia memiliki potensi energi matahari yang sangat besar. Intensitas radiasi matahari di Indonesia rata-rata berkisar antara 3,6 – 6,0 kWh/m² per hari, menjadikannya sebagai sumber

energi yang dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan listrik secara berkelanjutan. Keunggulan energi matahari dibandingkan dengan sumber energi fosil adalah ketersediaannya yang tidak terbatas serta dampak lingkungannya yang lebih minimal, karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim global.

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan energi matahari di Indonesia semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi panel surya dan meningkatnya kesadaran akan pentingnya transisi energi bersih. Pemerintah juga telah menggalakkan berbagai program untuk memperluas penggunaan panel surya, baik melalui skala rumah tangga, industri, maupun proyek pembangkitan listrik di daerah terpencil. Salah satu faktor utama yang menentukan efisiensi sistem panel surya adalah jenis modul PV yang digunakan. Panel surya berbasis monokristalin menjadi pilihan yang lebih unggul dibandingkan jenis lainnya, seperti polikristalin atau thin-film, karena memiliki efisiensi konversi yang lebih tinggi dan umur pemakaian yang lebih Panjang (Samsurizal, et al., 2021).

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, pemanfaatan energi matahari juga menghadapi beberapa tantangan, seperti ketergantungan pada intensitas sinar matahari yang bervariasi dan kebutuhan akan sistem penyimpanan energi yang handal. Oleh karena itu, dalam pengembangan sistem panel surya, diperlukan integrasi dengan baterai penyimpanan energi agar listrik tetap dapat digunakan saat malam hari atau ketika cuaca mendung. Selain itu, diperlukan desain sistem yang optimal agar efisiensi energi dapat dimaksimalkan dan biaya investasi awal dapat diminimalkan.

Dengan berbagai kelebihan dan tantangan yang ada, energi matahari tetap menjadi solusi terbaik dalam upaya penyediaan listrik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pengembangan dan optimalisasi sistem panel surya berbasis monokristalin di daerah terpencil akan memberikan manfaat besar dalam meningkatkan akses listrik, mendorong pertumbuhan ekonomi lokal, serta mendukung transisi menuju sistem energi yang lebih hijau dan mandiri.

2.3 Panel Surya

Panel surya atau fotovoltaik (PV) adalah perangkat yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik. Efek fotovoltaik terjadi ketika foton dari sinar matahari diserap oleh material semikonduktor, seperti silikon, yang kemudian menghasilkan pergerakan elektron sehingga tercipta arus Listrik (Samsurizal, et al., 2021).

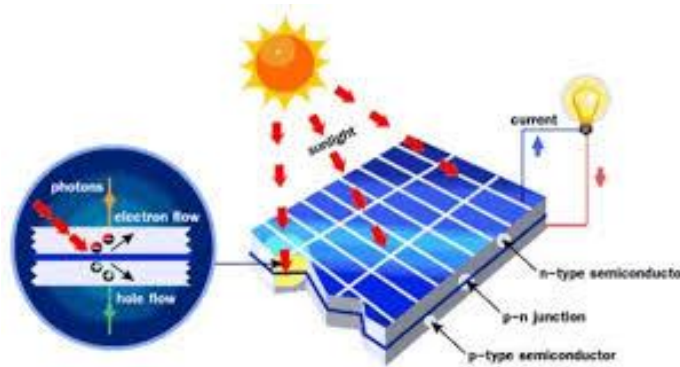
Panel surya terdiri dari beberapa sel surya yang disusun dalam suatu rangkaian untuk menghasilkan daya listrik dengan kapasitas tertentu. Sel surya dapat dibuat dari berbagai jenis bahan semikonduktor, termasuk monokristalin, polikristalin, dan thin-film (Samsurizal, et al., 2021).

Label 2. 1 Keunggulan dari jenis-jenis Panel Surya

Monokristalin	Polikristalin	Thin-Film
Efisiensi tinggi (15-22%)	Biaya lebih murah	Fleksibel dan ringan
Daya tahan lebih lama (25-30 tahun.)	Proses produksi lebih ramah lingkungan	Performa baik dalam kondisi cahaya rendah
Performa optimal dalam kondisi cahaya rendah	Performa cukup baik di kondisi cuaca panas	Proses produksi lebih murah
Desain lebih estetik		

Prinsip kerja dari panel surya bisa dilihat pada Gambar di bawah ini, dimulai ketika pancaran sinar matahari yang tersusun dari foton menabrak atom semikonduktor silikon dari solar panel. Sehingga bisa menimbulkan energi besar yang mampu untuk memisahkan electron dari struktur atomnya. Elektron yang sudah berpisah serta memiliki muatan negatif akan bergerak ke daerah konduktor dari material semikonduktor. Atom yang telah hilang elektronnya, maka strukturnya akan kosong yang disebut dengan hole yang bermuatan positif. Jika ada elektron bebas yang sifatnya negatif, maka bisa menjadi pendonor elektron atau disebut dengan semikonduktor tipe "n". Dan untuk semikonduktor dengan hole bermuatan positif

akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe "p". Antara daerah positif dan negatif itulah bisa memunculkan energi yang kemudian mendorong elektron dan hole menjadi berlawanan. Di mana electron akan jauh dari daerah negatif dan hole akan jauh dari daerah positif (Samsurizal, et al., 2021).



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Panel surya

2.3.1 Panel Surya Monokristalin

Panel surya monokristalin merupakan jenis panel fotovoltaik yang memiliki efisiensi tinggi karena terbuat dari satu kristal silikon murni. Struktur ini memungkinkan pergerakan elektron lebih optimal, sehingga daya yang dihasilkan lebih stabil dibandingkan dengan panel polikristalin atau thin-film. Selain itu, panel monokristalin memiliki tingkat degradasi yang lebih rendah, sehingga tetap mampu menghasilkan daya dalam jangka waktu yang lebih lama dibandingkan jenis panel lainnya (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

Dalam sistem penyimpanan energi terbarukan yang dirancang, panel monokristalin digunakan sebagai sumber utama listrik dengan tegangan maksimum sekitar 18V. Keunggulan utama panel ini adalah kemampuannya bekerja dengan baik meskipun dalam kondisi pencahayaan rendah serta daya tahannya yang mencapai 25 hingga 30 tahun. Selain itu, efisiensi konversi energi pada panel monokristalin dapat mencapai 18% hingga 22%, lebih tinggi dibandingkan dengan polikristalin yang hanya sekitar 15% hingga 18%. Keunggulan ini menjadikan panel monokristalin sebagai pilihan terbaik untuk sistem penyimpanan energi yang memerlukan stabilitas dan daya tahan tinggi.

Panel surya ini dihubungkan ke sistem penyimpanan daya dengan pengaturan tegangan multivariabel, memungkinkan tegangan output bervariasi antara 12V, 24V, dan 36V. Proses pengisian dilakukan secara otomatis dengan memprioritaskan baterai berkapasitas terendah. Selain itu, sudut pemasangan panel dioptimalkan antara 10° hingga 15° untuk menangkap radiasi matahari secara maksimal. Sudut pemasangan ini disesuaikan dengan posisi geografis agar panel mendapatkan pencahayaan optimal sepanjang hari, terutama pada pukul 10.00 hingga 14.00, di mana intensitas matahari berada pada titik tertinggi.

Untuk memastikan kinerja optimal, sistem ini juga dilengkapi dengan Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Maximum Power Point Tracking (MPPT) –, yang bertujuan untuk menyesuaikan beban listrik dengan titik daya maksimum yang dihasilkan panel surya. Teknologi MPPT memungkinkan panel bekerja pada efisiensi tertinggi dengan menyesuaikan tegangan dan arus agar daya yang dihasilkan tetap optimal dalam berbagai kondisi pencahayaan.

Selain itu, sistem proteksi juga diterapkan untuk menjaga kestabilan daya dan keamanan panel surya. Perlindungan ini mencakup sistem pemutus arus otomatis untuk mencegah korsleting, perlindungan terhadap lonjakan tegangan, serta lapisan anti-reflektif pada permukaan panel untuk meningkatkan penyerapan cahaya. Dengan adanya sistem proteksi ini, diharapkan panel dapat bertahan lebih lama serta menghasilkan daya secara konsisten dalam berbagai kondisi cuaca.

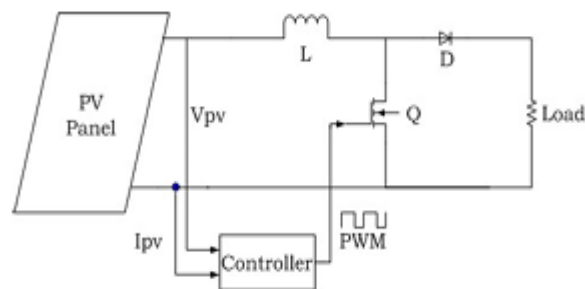
Dengan kombinasi efisiensi tinggi, pengaturan tegangan multivariabel, serta sistem proteksi yang optimal, panel surya monokristalin dalam sistem ini dapat menyediakan pasokan energi yang andal dan berkelanjutan untuk berbagai kebutuhan listrik.



Gambar 2. 3 Panel Surya Monokristalin

2.3.2 Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Maximum Power Point Tracking atau sering disingkat dengan MPPT merupakan sebuah sistem elektronik yang dioperasikan pada sebuah panel photovoltaic (PV) sehingga panel photovoltaic bisa menghasilkan power maksimum. Perlu diperhatikan, MPPT bukanlah sebuah sistem tracking mekanik yang digunakan untuk mengubah posisi modul terhadap posisi matahari sehingga mendapatkan energi maksimum matahari. MPPT benar-benar sebuah sistem elektronik yang bisa menelusuri titik power maksimum power yang bisa dikeluarkan oleh sebuah panel PV (Rahim, S., & Elvikasari, N.).



Gambar 2. 4 Sistem MPPT

Sebuah sistem MPPT di sini merupakan sebuah DC/DC converter dengan sebuah controller. Sebuah DC/DC converter digunakan pada sistem MPPT seperti pada gambar di atas. Pada contoh di atas, sebuah PV panel mempunyai maximum power 75Watt, tegangan maximum 17Volt dengan arus maximum sekitar panel menjadi tegangan baterai sebagai output. 4.4Ampere. DC/DC converter tersebut akan

menkonversi tegangan 17Volt dari PV panel menjadi tegangan baterai sebagai output (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

2.4 Perancangan Sistem Panel Surya Untuk Daerah Terpencil

Perancangan sistem panel surya merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menghasilkan sistem pembangkit listrik berbasis energi surya yang efisien, handal, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Sistem ini dirancang untuk menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui modul *photovoltaic (PV)* yang tersusun dalam suatu sistem terintegrasi. Dalam perancangan sistem panel surya, beberapa faktor yang harus diperhatikan meliputi kapasitas daya yang dibutuhkan, intensitas radiasi matahari di lokasi, efisiensi panel surya, serta sistem penyimpanan energi agar listrik dapat digunakan secara berkelanjutan, terutama di daerah terpencil yang tidak memiliki akses ke jaringan listrik utama (Rahim, S., & Elvikasari, N.).

Salah satu faktor utama dalam perancangan sistem panel surya adalah pemilihan jenis modul PV yang tepat. Panel surya monokristalin dipilih karena memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan panel polikristalin atau thin-film. Panel ini terbuat dari satu kristal silikon murni yang memungkinkan elektron bergerak lebih leluasa, sehingga dapat menghasilkan daya listrik yang lebih optimal meskipun dalam kondisi penyinaran matahari yang tidak maksimal. Keunggulan lainnya adalah umur pemakaian yang lebih panjang dan performa yang lebih baik dalam kondisi suhu tinggi, yang menjadikannya pilihan ideal untuk daerah dengan intensitas radiasi matahari yang beragam.

2.4.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Performa Sistem Panel Surya

Dalam perancangan sistem panel surya untuk daerah terpencil, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi performa dan efisiensi sistem, antara lain:

1. Intensitas Radiasi Matahari

Semakin tinggi intensitas radiasi matahari, semakin besar daya listrik yang dapat dihasilkan oleh panel surya. Oleh karena itu, studi awal mengenai

potensi energi surya di daerah yang akan dipasang sistem ini sangat penting dilakukan.

2. Suhu Lingkungan

Panel surya memiliki karakteristik di mana peningkatan suhu dapat menurunkan efisiensi konversi energi. Oleh karena itu, sistem pendinginan pasif atau pemilihan panel dengan koefisien suhu rendah menjadi pertimbangan penting dalam perancangan.

3. Arah dan Kemiringan Panel

Posisi pemasangan panel surya harus disesuaikan dengan lintang geografis daerah agar dapat menyerap sinar matahari secara maksimal. Biasanya, di daerah tropis, panel dipasang dengan kemiringan sekitar 5-15 derajat agar mendapatkan energi optimal sepanjang tahun.

4. Efisiensi Penyimpanan Energi

Pemilihan baterai dengan efisiensi tinggi sangat penting untuk memastikan ketersediaan energi listrik saat malam hari atau kondisi cuaca buruk. Selain itu, sistem manajemen energi yang baik dapat membantu meningkatkan masa pakai baterai.

5. Kebutuhan Daya Pengguna

Perancangan sistem panel surya harus didasarkan pada analisis kebutuhan daya listrik pengguna. Ini mencakup perhitungan total konsumsi energi harian serta estimasi jumlah panel dan kapasitas penyimpanan yang dibutuhkan.

2.4.2 Keunggulan dan Tantangan Implementasi Panel Surya di Daerah Terpencil

Penggunaan panel surya di daerah terpencil memiliki berbagai keunggulan, antara lain:

- **Sumber energi yang melimpah:** Energi matahari tersedia secara gratis dan berkelanjutan sepanjang tahun.
- **Biaya operasional yang rendah:** Setelah sistem terpasang, biaya operasional dan perawatannya relatif rendah dibandingkan dengan sistem berbasis bahan bakar fosil.

- **Ramah lingkungan:** Tidak menghasilkan emisi karbon atau polusi udara, sehingga lebih berkelanjutan dibandingkan sumber energi konvensional.
- **Kemandirian energi:** Masyarakat di daerah terpencil tidak lagi bergantung pada jaringan listrik utama yang sulit dijangkau.

Namun, ada beberapa tantangan yang harus diatasi dalam implementasi sistem ini, di antaranya:

- **Biaya investasi awal yang tinggi:** Meskipun biaya operasionalnya rendah, biaya awal untuk pemasangan panel surya dan sistem penyimpanan energi masih cukup tinggi.
- **Kurangnya pemahaman masyarakat:** Sosialisasi dan pelatihan mengenai penggunaan serta pemeliharaan sistem masih diperlukan agar teknologi ini dapat dimanfaatkan secara maksimal.
- **Ketahanan terhadap kondisi cuaca ekstrem:** Sistem harus dirancang agar tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, seperti hujan deras, angin kencang, atau debu yang dapat mengurangi efisiensi panel surya.

2.7 SketchUp

SketchUp adalah perangkat lunak pemodelan 3D yang dikembangkan oleh Trimble Inc. yang digunakan untuk berbagai keperluan, seperti desain arsitektur, desain interior, perencanaan kota, dan rekayasa teknik. SketchUp pertama kali dikembangkan oleh @Last Software pada tahun 2000 dan kemudian diakuisisi oleh Google pada tahun 2006 sebelum akhirnya dibeli oleh Trimble Inc. pada tahun 2012 (Bhirawa, n.d.).

SketchUp dikenal sebagai perangkat lunak dengan antarmuka yang ramah pengguna serta kemudahan dalam penggunaan dibandingkan dengan perangkat lunak pemodelan 3D lainnya. Dengan fitur *push and pull* yang inovatif, pengguna dapat dengan mudah membuat dan memodifikasi bentuk tiga dimensi hanya dengan menarik atau mendorong permukaan objek (Bhirawa, n.d.).



Gambar 2. 5 Logo SketchUp

a. Fitur Utama SketchUp

SketchUp memiliki berbagai fitur yang memudahkan pengguna dalam membuat desain 3D, antara lain:

1. ***Push and Pull*** – Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk menarik permukaan dua dimensi menjadi objek tiga dimensi dengan mudah.
2. ***Library 3D Warehouse*** – SketchUp menyediakan pustaka daring berisi berbagai model 3D yang dapat digunakan dan dimodifikasi sesuai kebutuhan.
3. ***Layer dan Komponen*** – Fitur ini membantu pengguna dalam mengorganisir model yang kompleks dengan lebih efisien.
4. ***Extension dan Plugin*** – SketchUp mendukung berbagai plugin dan ekstensi yang dapat memperluas fungsionalitas perangkat lunak ini.
5. ***Rendering dan Animasi*** – Pengguna dapat membuat tampilan realistis dari model 3D melalui plugin rendering, serta membuat animasi dari desain yang telah dibuat.

b. Kelebihan dan Kekurangan SketchUp

Setiap perangkat lunak memiliki kelebihan dan kekurangan, begitu juga dengan SketchUp.

Kelebihan:

1. Antarmuka yang intuitif dan mudah dipelajari, bahkan bagi pemula.
2. Proses desain yang cepat dan efisien dengan fitur push and pull.

3. dengan berbagai format file seperti DWG, DXF, STL, dan OBJ.
4. Kompatibilitas pustaka model gratis melalui 3D Warehouse.
5. Dapat digunakan untuk berbagai bidang, termasuk arsitektur, desain produk, dan industri kreatif lainnya.

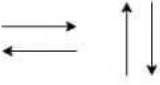
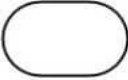
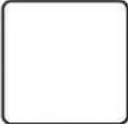
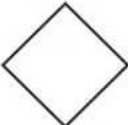
Kekurangan:

1. Tidak memiliki fitur pemodelan parametrik seperti yang ada pada perangkat lunak CAD lainnya.
2. Versi gratis memiliki keterbatasan fitur jika dibandingkan dengan versi Pro.
3. Kualitas rendering bawaan terbatas dan memerlukan plugin tambahan untuk hasil yang lebih realistis.

2.5 Flowchart

Flowchart atau diagram alir adalah representasi visual yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau proses dalam bentuk diagram. Dalam bidang pemrograman dan sistem, flowchart berfungsi sebagai alat untuk merancang, menganalisis, dan memahami langkah-langkah yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu tugas atau permasalahan. flowchart membantu analis dan programmer dalam membagi masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil serta mengevaluasi berbagai alternatif dalam operasionalnya. Diagram ini memudahkan penyelesaian suatu permasalahan, terutama yang memerlukan analisis dan evaluasi lebih lanjut. Berikut adalah beberapa simbol flowchart yang umum digunakan.

Label 2. 2 Simbol Flowchart

	Flow Simbol yang digunakan untuk menggabungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain. Simbol ini disebut juga dengan Connecting Line.
	On-Page Reference Simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang sama.
	Off-Page Reference Simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang berbeda.
	Terminator Simbol yang menyatakan awal atau akhir suatu program.
	Process Simbol yang menyatakan suatu proses yang dilakukan komputer.
	Decision Simbol yang menunjukkan kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban, yaitu ya dan tidak.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pemanfaatan energi terbarukan, khususnya sistem panel surya, telah banyak dilakukan dalam berbagai konteks. Beberapa penelitian dibawah ini menunjukkan bahwa teknologi panel surya memiliki potensi besar dalam menyediakan energi listrik secara mandiri, terutama di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional.

Label 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1.	(Rahim, S., & Elvikasari, N.,2021)	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTS dan Genset Sebagai Suplai Beban Rumah Untuk Daerah Terpencil	Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil
2.	(Gunawan, L. A., Agung, A. I., Widyartono, M., & Haryudo, S. I., 2021)	RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PORTABLE	Energi surya juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi cadangan untuk mencukupi kebutuhan akan energi listrik, dan dapat diterapkan di Indonesia karena Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang setiap tahun mendapatkan sinar matahari sangat baik.
3.	(Baharuddin, R., (2021)	Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable	Energi alternatif merupakan salah satu solusi tepat dalam pemenuhan energi listrik yang bersumber dari bahan bakar fosil karena dipandang energi terbarukan dan ramah lingkungan.

2.7 Kerangka Berfikir

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem panel surya portable yang dapat menjadi alternatif sumber listrik yang efisien, ramah lingkungan, dan mudah diimplementasikan di wilayah yang mengalami keterbatasan akses listrik. Adapun aspek-aspek yang dibahas dalam penelitian ini meliputi:

a. Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan modern. Hampir seluruh aspek kehidupan manusia, baik dalam bidang rumah tangga, industri, pendidikan, maupun kesehatan, bergantung pada ketersediaan listrik.

b. Identifikasi Masalah

- 1) Keterbatasan akses listrik di daerah terpencil.
- 2) Ketergantungan masyarakat pada genset berbahan bakar fosil yang mahal dan tidak ramah lingkungan.
- 3) Tantangan dalam penyediaan listrik melalui jaringan PLN karena faktor geografis dan biaya infrastruktur.

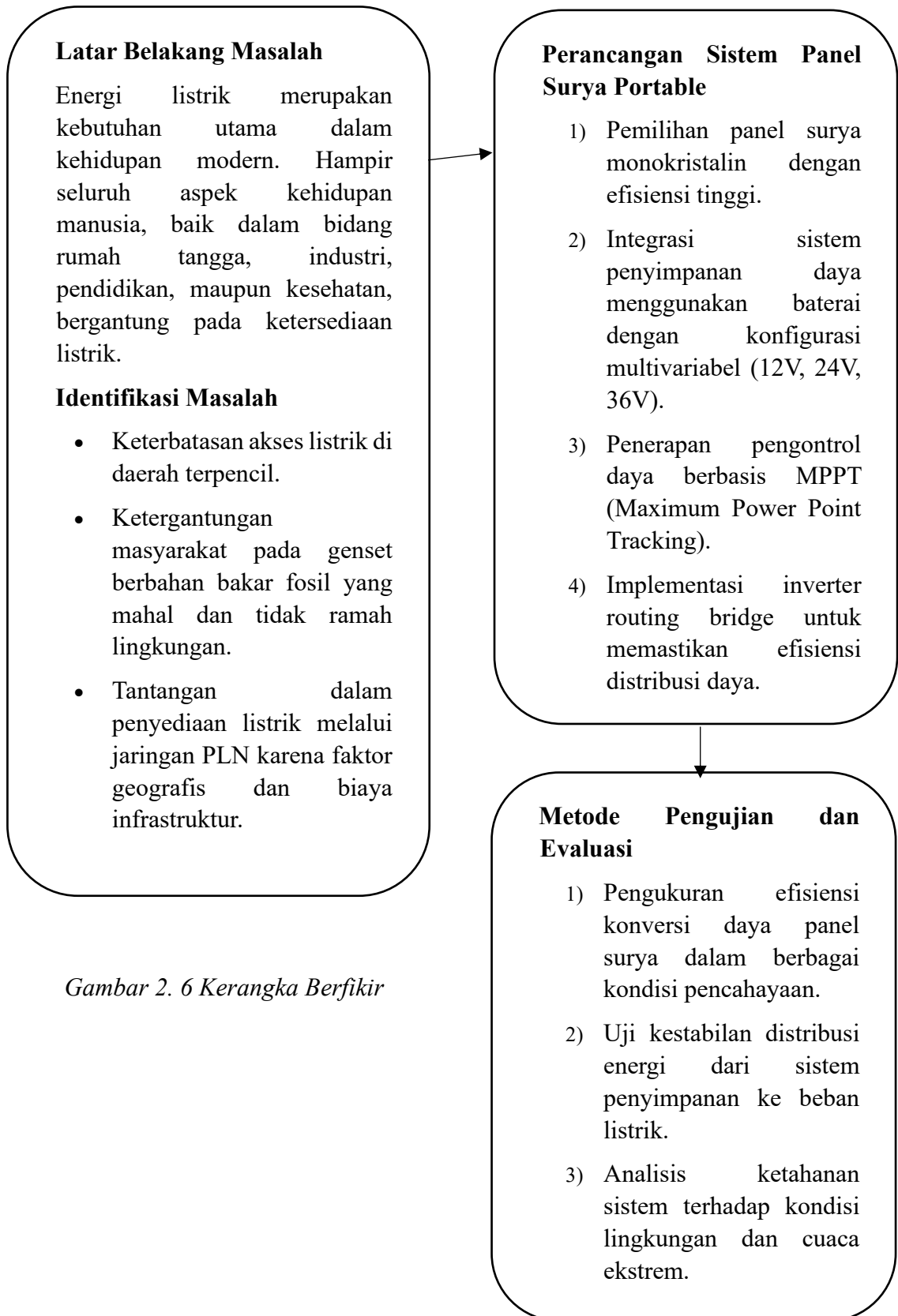
c. Perancangan Sistem Panel Surya Portable

- 1) Pemilihan panel surya monokristalin dengan efisiensi tinggi.
- 2) Integrasi sistem penyimpanan daya menggunakan baterai dengan konfigurasi multivariabel (12V, 24V, 36V).
- 3) Implementasi inverter routing bridge untuk memastikan efisiensi distribusi daya.

d. Metode Pengujian dan Evaluasi

- 1) Pengukuran efisiensi konversi daya panel surya dalam berbagai kondisi pencahayaan.
- 2) Uji kestabilan distribusi energi dari sistem penyimpanan ke beban listrik.
- 3) Analisis ketahanan sistem terhadap kondisi lingkungan dan cuaca ekstrem.

Kerangka berpikir dalam penelitian ini disusun secara sistematis untuk menggambarkan alur pemecahan masalah, mulai dari identifikasi isu hingga implementasi solusi yang diusulkan, sebagaimana ditunjukkan pada diagram berikut:



Gambar 2. 6 Kerangka Berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

Bagian ini mencakup waktu dan lokasi penelitian, peralatan serta bahan yang digunakan, serta perancangan alat penelitian. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu suatu pendekatan yang bertujuan untuk mengetahui dampak dari perlakuan tertentu yang diberikan secara sengaja oleh peneliti. dalam prosedur penelitian, terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan, antara lain pengujian untuk memperoleh data terkait kalibrasi skala alat ukur, pengujian karakteristik sel surya, serta pengujian keluaran daya dari panel surya. Rincian lebih lanjut mengenai metodologi penelitian akan dijelaskan sebagai berikut:

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Universitas Islam Nusantara, yang terletak di Jalan Soekarno-Hatta No.530 Bandung, dengan waktu penelitian 5 bulan yang dimulai pada akhir bulan desember 2024.

3.2 Komponen Utama

Adapun Spesifikasi komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.2.1 Panel Surya Monokristalin

- a) Daya Maksimum (P_{max}): 100Wp per panel
- b) Tegangan Maksimum (V_{mpp}): 18.0V
- c) Arus Maksimum (I_{mpp}): 5.56A
- d) Tegangan Sirkuit Terbuka (V_{oc}): 22.5V
- e) Arus Sirkuit Pendek (I_{sc}): 6.00A
- f) Efisiensi Modul: 14.35%
- g) Jumlah Sel: 36 sel (4x9)

3.2.2 Sistem Penyimpanan Daya:

- a) Konfigurasi Baterai: 3 baterai 70Ah 12V per bank (mode seri (12V+12V)) menjadi (mode paralel (24V+12V)) dan (mode seri (12V+24V)) sehingga menjadi 36V, dibuat menjadi 2 bank daya terpisah.
- b) Kemampuan Total Panen Harian: $5100 \text{ W} / (500 \text{ menit} = 8,33334 \text{ jam})$, (2 bank, 36V 70Ah, kapasitas total 5040 W)
- c) Waktu Pemanenan Daya Optimal: 5 jam per hari

3.2.3 Inverter dan Modul Routing Bridge:

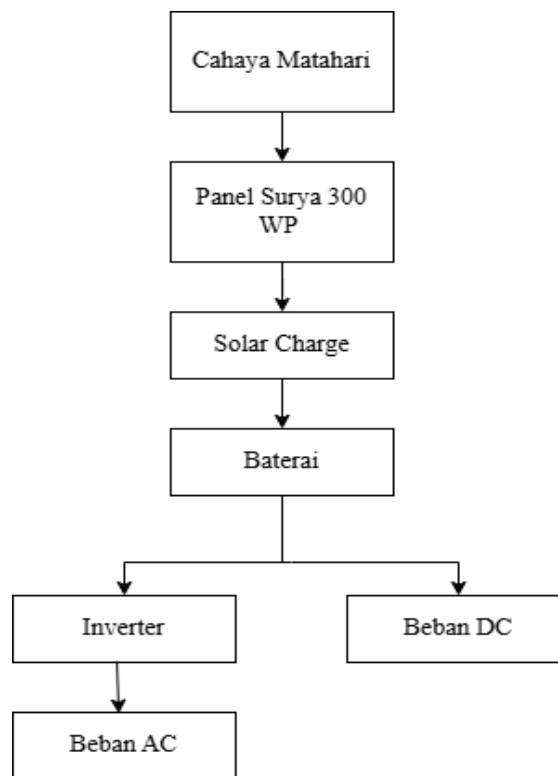
- a) Modul VCO (Voltage Control Oscillator): Mengatur osilasi tegangan untuk konversi daya.
- b) Modul Routing dan Bridge: Memprioritaskan pengisian baterai dengan tegangan DC paling rendah dan pengalihan otomatis antar bank daya tanpa waktu jeda.
- c) Konversi Tegangan: DC ke AC 220V atau 380V (3 fase).

3.2.4 Perlindungan dan Struktur:

- a) Konduktif: Mencegah hantaran listrik tak terkendali.
- b) Rak Besi Kokoh: Melindungi komponen elektronik dan baterai dari air dan cairan lainnya, serta mencegah risiko kebakaran atau ledakan.

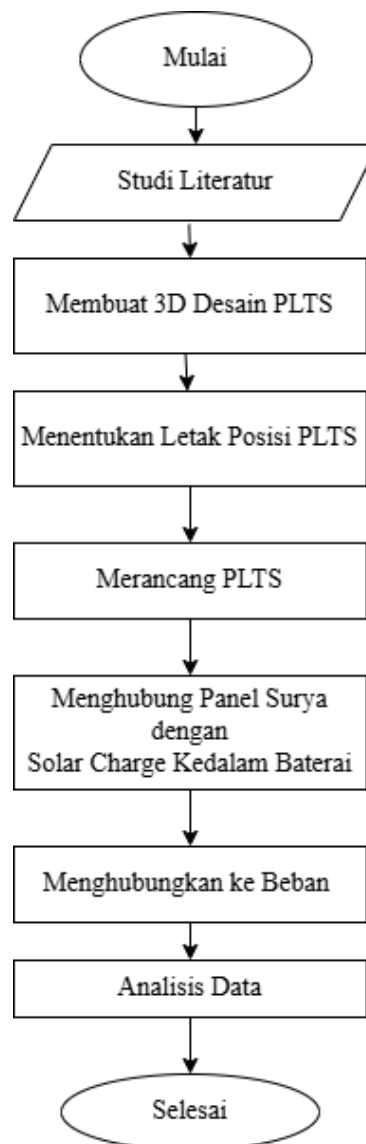
3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan pembangkit listrik tenaga surya 300 Wp dengan Sistem Solar charge bisa digambarkan seperti dibawah ini:



Gambar 3. 1 Rancangan Struktur Penelitian

Gambaran umum langkah-langkah kerja dalam penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir penelitian pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 2 Langkah-Langkah Penelitian

Berikut adalah penjelasan rinci dari setiap tahapan yang digambarkan dalam diagram tersebut:

1. Mulai

Tahap awal ini menunjukkan bahwa proses perancangan PLTS dimulai. Langkah ini menjadi titik awal dalam pengembangan sistem pembangkit listrik tenaga surya.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan studi literatur untuk memahami dasar-dasar sistem PLTS, komponen yang digunakan, metode perancangan, serta regulasi yang berlaku.

Studi literatur ini penting untuk memastikan bahwa desain dan implementasi PLTS dilakukan dengan benar dan sesuai standar.

3. Membuat 3D Desain PLTS

memahami teori dasar dan prinsip kerja PLTS, langkah selanjutnya adalah membuat desain tiga dimensi (3D) dari sistem yang akan dibangun. Pembuatan desain ini dilakukan menggunakan perangkat lunak desain teknik seperti AutoCAD, SketchUp, atau perangkat lunak lainnya untuk memvisualisasikan sistem secara lebih jelas.

4. Menentukan Letak Posisi PLTS

Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk menentukan lokasi terbaik dalam pemasangan sistem PLTS. Faktor yang dipertimbangkan meliputi intensitas cahaya matahari, sudut kemiringan panel surya, serta kondisi lingkungan sekitar. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat menerima sinar matahari secara optimal guna menghasilkan energi listrik yang maksimal.

5. Merancang PLTS

Tahap ini merupakan proses teknis dalam mendesain sistem PLTS. Perancangan mencakup pemilihan komponen seperti panel surya, solar *charge controller*, inverter, dan baterai. Selain itu, dilakukan perhitungan kebutuhan daya, kapasitas baterai, dan konfigurasi sistem agar sesuai dengan kebutuhan energi yang diinginkan.

6. Menghubung Panel Surya dengan Solar Charge ke dalam Baterai

Setelah rancangan sistem selesai, dilakukan proses pemasangan dan penghubungan panel surya ke dalam solar charge controller, yang kemudian

diteruskan ke baterai. Solar charge controller berfungsi untuk mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai agar tidak terjadi *overcharging* atau *overdischarging* yang dapat merusak sistem.

7. Menghubungkan ke Beban

Setelah energi tersimpan dalam baterai, langkah selanjutnya adalah menghubungkan sistem ke beban listrik. Beban ini dapat berupa perangkat elektronik, lampu, atau kebutuhan listrik lainnya sesuai dengan desain yang telah dirancang. Pada tahap ini, inverter juga digunakan untuk mengubah arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC) jika dibutuhkan.

8. Analisis Data

Setelah sistem terpasang dan berfungsi, dilakukan analisis data untuk mengevaluasi kinerja PLTS. Analisis mencakup pemantauan daya yang dihasilkan, efisiensi sistem, serta stabilitas tegangan dan arus listrik. Jika ditemukan kendala atau inefisiensi, maka dilakukan perbaikan atau optimasi sistem.

9. Selesai

Tahap akhir dari proses perancangan PLTS adalah menyimpulkan hasil dari implementasi dan analisis yang telah dilakukan. Jika sistem telah berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan energi yang dirancang, maka proyek ini dianggap selesai.

3.4 Prosedur Percobaan

Adapun beberapa prosedur percobaan yang dilakukan sebagai berikut :

1. Perancangan PLTS

Pada tahap perancangan ini ialah menentukan ukuran kerangka dan material penyangga dari panel surya serta tiang penyangga untuk panel itu sendiri dan pengujian rangkaian pada PLTS

2. Perencanaan 3d Desain Panel Surya

Pembuatan desain 3D sistem penyimpanan energi terbarukan dilakukan untuk memberikan gambaran visual yang jelas mengenai tata letak dan integrasi komponen utama dalam sistem. Perencanaan dimulai dengan analisis kebutuhan sistem, di mana ditentukan kapasitas daya yang diperlukan, jumlah panel surya, serta spesifikasi baterai dan inverter yang digunakan. Setelah itu, dilakukan sketsa awal untuk menentukan posisi panel surya, penyimpanan daya, dan jalur distribusi energi agar sistem dapat bekerja secara efisien.

Dalam tahap ini, digunakan perangkat lunak desain 3D untuk membuat model yang menggambarkan struktur fisik panel surya, sistem penyimpanan daya, inverter routing bridge, serta jalur distribusi energi. Desain ini disusun dengan mempertimbangkan aspek ergonomi, efisiensi ruang, serta kemudahan dalam pemasangan dan perawatan.

3. Pembuatan Model 3D

Pembuatan model 3D diawali dengan desain kerangka panel surya, yang dirancang menggunakan bahan aluminium atau baja galvanis agar tahan terhadap korosi dan cuaca ekstrem. Panel surya diposisikan pada sudut optimal 10° hingga 15° untuk menangkap sinar matahari dengan efisiensi tinggi. Setelah itu, dilakukan pemodelan sistem penyimpanan daya dengan baterai yang disusun dalam konfigurasi seri-paralel untuk menyesuaikan tegangan keluaran antara 12V, 24V, dan 36V.



Gambar 3. 3 3d Desain SketchUp Panel Surya

4. Evaluasi dan Penyempurnaan Desain

Setelah model 3D selesai dibuat, langkah berikutnya adalah melakukan simulasi serta analisis mendalam terhadap desain tersebut guna memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan optimal dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Proses evaluasi mencakup berbagai aspek penting, seperti penempatan setiap komponen dalam sistem untuk memastikan efisiensi tata letak, analisis efisiensi konversi daya guna meminimalkan kehilangan energi, serta pemeriksaan sirkulasi udara pada inverter dan baterai agar suhu tetap terjaga dalam batas yang aman dan tidak menyebabkan penurunan kinerja atau umur pakai yang lebih pendek. Apabila dalam proses evaluasi ditemukan kekurangan atau potensi masalah yang dapat menghambat kinerja sistem, maka dilakukan revisi dan penyesuaian terhadap desain yang telah dibuat, baik dalam hal konfigurasi, material, maupun aspek teknis lainnya, dengan tujuan meningkatkan efisiensi operasional, daya tahan perangkat, serta memastikan sistem dapat berfungsi secara optimal dalam jangka Panjang

3.5 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui beberapa metode utama, yaitu wawancara dan observasi, yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pihak terkait, termasuk dosen pembimbing, teknisi, serta ahlinya. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk mendapatkan informasi mendalam mengenai aspek teknis dan penerapan sistem panel surya dan penyimpanan energi terbarukan..

2. Observasi

Observasi dilakukan secara langsung terhadap sistem penyimpanan energi yang telah dirancang. Proses ini mencakup pemantauan kinerja panel surya, baterai penyimpanan, serta pengaturan tegangan yang diterapkan dalam system

3.6 Hambatan penelitian

Hambatan utama dalam penelitian ini adalah kondisi cuaca yang tidak menentu, yang sangat mempengaruhi keseluruhan proses pengambilan data serta analisis kinerja sistem panel surya portable berbasis monokristalin. Faktor cuaca menjadi tantangan yang cukup besar karena sistem panel surya sangat bergantung pada intensitas sinar matahari untuk menghasilkan energi listrik yang optimal. Perubahan cuaca yang tiba-tiba, seperti mendung, hujan, atau bahkan kabut tebal, menyebabkan fluktuasi intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya. Fluktuasi ini berakibat pada ketidakstabilan daya listrik yang dihasilkan, sehingga sulit untuk mendapatkan data yang konsisten dalam periode waktu tertentu.

Selain itu, ketidakpastian cuaca juga berdampak pada keterlambatan dalam proses penelitian. Pada hari-hari dengan curah hujan tinggi atau mendung berkepanjangan, pengambilan data harus ditunda karena tingkat pencahayaan yang rendah tidak memungkinkan panel surya bekerja dengan optimal. Situasi ini menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk mengumpulkan data menjadi lebih

lama dari yang direncanakan, yang pada akhirnya memperlambat analisis performa sistem secara menyeluruh. Dalam beberapa kasus, kondisi cuaca ekstrem seperti hujan deras atau angin kencang bahkan dapat mengganggu infrastruktur penelitian, misalnya dengan merusak komponen panel surya, mengganggu sensor pemantauan, atau bahkan membahayakan perangkat elektronik yang digunakan dalam penelitian.

Tidak hanya itu, faktor lingkungan seperti kelembapan yang tinggi dan suhu yang berubah-ubah juga berkontribusi terhadap tantangan dalam penelitian ini. Kelembapan yang tinggi berpotensi menyebabkan kondensasi pada perangkat elektronik dan sensor, yang dapat meningkatkan risiko kesalahan dalam pengukuran atau bahkan menyebabkan kerusakan pada alat. Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi juga dapat mempengaruhi efisiensi panel surya serta kinerja baterai penyimpanan energi, sehingga hasil pengukuran dapat menjadi kurang akurat.

Kendala lainnya adalah keterbatasan waktu dalam menyesuaikan jadwal pengambilan data dengan kondisi cuaca yang ideal. Karena perubahan cuaca sering kali tidak dapat diprediksi dengan akurat, tim peneliti harus selalu siap untuk melakukan pengambilan data dalam waktu yang relatif singkat ketika kondisi matahari memungkinkan. Hal ini memerlukan koordinasi yang baik dalam pengelolaan waktu dan sumber daya agar penelitian dapat tetap berjalan sesuai rencana. Selain itu, keterbatasan dalam metode mitigasi terhadap fluktuasi cuaca juga menjadi tantangan tersendiri. Meskipun beberapa pendekatan seperti penggunaan alat pemantauan cuaca atau simulasi data dapat membantu, namun hasil yang diperoleh tetap tidak dapat sepenuhnya menggantikan data aktual yang dikumpulkan di lapangan.

Oleh karena itu, diperlukan strategi yang matang dalam menghadapi hambatan cuaca ini. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan data cuaca historis untuk menentukan waktu terbaik dalam pengambilan data, sehingga efektivitas penelitian dapat lebih terjaga. Selain itu, penggunaan metode pencatatan data yang lebih fleksibel serta pengamanan perangkat penelitian terhadap dampak cuaca ekstrem menjadi hal yang perlu diperhatikan agar penelitian

ini dapat menghasilkan data yang valid dan reliabel sesuai dengan tujuan yang telah direncanakan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Arsitektur Sistem

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa komponen utama yang berperan dalam menyimpan dan menyalurkan energi, yaitu:

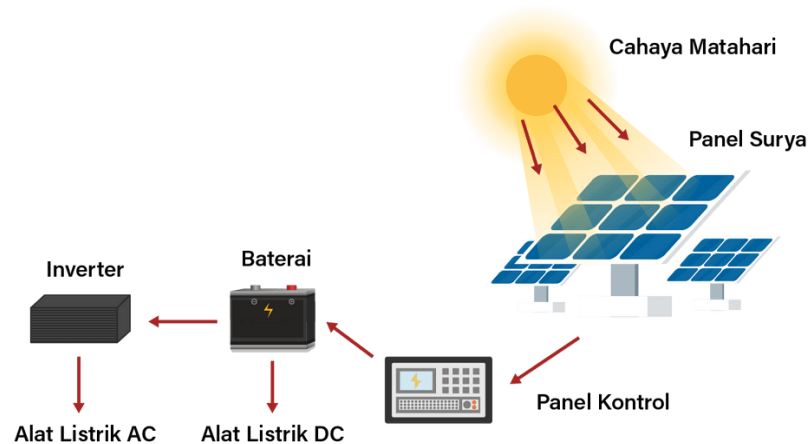
4.1.1 Sistem Kerja Panel Surya

Sistem kerja panel surya berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui proses yang disebut fotovoltaiik. Pada dasarnya, panel surya terdiri dari sejumlah sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon. Ketika cahaya matahari mengenai permukaan sel surya, energi foton dari cahaya matahari akan diserap oleh material semikonduktor, menyebabkan elektron-elektron bebas yang ada di dalamnya bergerak. Pergerakan elektron-elektron tersebut menghasilkan arus listrik searah (DC), yang kemudian dialirkan melalui rangkaian listrik. Proses ini terjadi berkat efek fotovoltaiik, di mana energi cahaya menginduksi pergerakan elektron dalam bahan semikonduktor (Aita Diantari et al., n.d.).

Dalam penelitian ini, telah diamati bahwa performa panel surya sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti intensitas cahaya matahari, sudut kemiringan panel, serta suhu lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa panel surya memiliki efisiensi yang optimal pada siang hari saat intensitas sinar matahari tinggi, sementara efisiensinya menurun pada malam hari atau saat cuaca mendung. Selain

itu, suhu lingkungan yang terlalu tinggi dapat mengurangi efisiensi panel surya, karena panas berlebih dapat mengganggu pergerakan elektron dalam sel surya.

Secara keseluruhan, sistem kerja panel surya pada penelitian ini menunjukkan kinerja yang efektif dalam menghasilkan listrik, meskipun dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal yang perlu diperhatikan dalam desain dan pemanfaatan



Gambar 4. 1 Sistem Kerja Panel Surya

(www.perumperindo.co.id)

4.1.2 Sistem Pengontrol Daya (Charge Controller)

Charge controller berfungsi untuk mengatur aliran daya dari panel surya ke baterai, mencegah overcharging yang dapat merusak baterai serta menghindari pelepasan daya berlebih. Sistem ini menggunakan metode pengisian berbasis Maximum Power Point Tracking (MPPT) agar daya yang diserap dari panel surya lebih efisien. MPPT memastikan bahwa panel surya selalu bekerja pada titik daya maksimum, meskipun terjadi perubahan intensitas cahaya matahari. Selain itu, charge controller juga berperan dalam mengatur distribusi daya ke inverter dan langsung ke beban listrik jika daya yang dihasilkan melebihi kebutuhan penyimpanan.



Gambar 4. 2 Charger Control

4.1.3 Sistem Baterai Penyimpanan

Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik yang dihasilkan panel surya untuk digunakan saat produksi energi matahari rendah atau tidak tersedia. Sistem ini menggunakan baterai lead-acid dengan konfigurasi seri-paralel, memungkinkan variasi tegangan output sebesar 12V, 24V, dan 36V sesuai dengan kebutuhan beban. Pengisian daya dilakukan dengan mekanisme prioritas baterai berkapasitas terendah, sehingga daya yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal dan memperpanjang umur baterai. Selain itu, baterai dilengkapi dengan sistem proteksi terhadap arus berlebih dan suhu tinggi untuk mencegah kerusakan akibat penggunaan yang tidak stabil (Aita Diantari et al., n.d.).

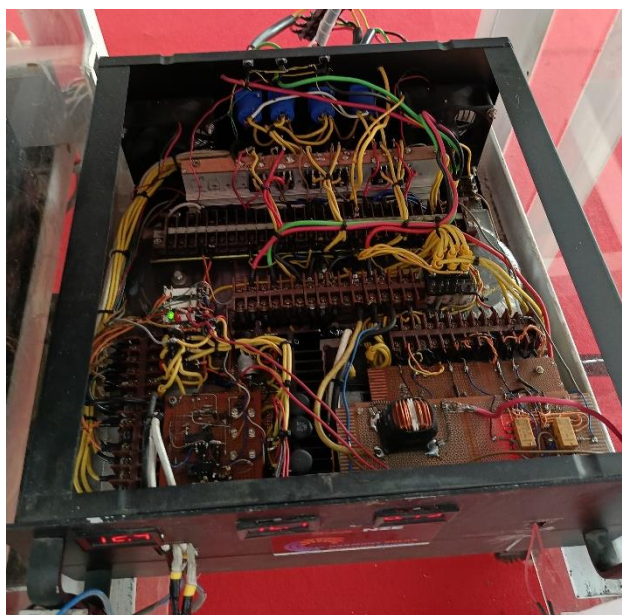


Gambar 4. 3 Baterai Penyimpanan (Aki)

4.1.4 Sistem Inverter Routing Bridge

Inverter routing bridge bertugas mengubah arus searah (DC) yang disimpan dalam baterai menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh peralatan listrik. Teknologi routing bridge memungkinkan distribusi daya yang lebih efisien dengan pengalihan otomatis antar sumber daya tanpa waktu jeda, sehingga daya selalu tersedia saat dibutuhkan. Sistem ini menggunakan Voltage-Controlled Oscillator (VCO) untuk menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi output, sehingga dapat menghasilkan tegangan AC 220V atau 380V (3 fase) sesuai dengan kebutuhan beban.

Selain itu, inverter ini dilengkapi dengan sistem proteksi lonjakan tegangan dan arus berlebih untuk mencegah kerusakan pada perangkat elektronik yang terhubung. Untuk meningkatkan efisiensi konversi daya, sistem ini juga menerapkan teknologi pulse width modulation (PWM) yang memastikan keluaran arus lebih stabil dengan tingkat distorsi harmonik rendah. Dengan adanya teknologi ini, inverter routing bridge tidak hanya mampu mengoptimalkan distribusi daya, tetapi juga memastikan keandalan sistem dalam jangka panjang, baik untuk aplikasi rumah tangga maupun industri kecil.



Gambar 4. 4 Rangkaian Inverter Routing Brigde

4.1.5 Sistem Load (Beban Listrik)

Beban listrik dalam sistem ini mencakup perangkat rumah tangga dan peralatan industri kecil yang membutuhkan suplai daya stabil. Dengan adanya inverter routing bridge, daya yang disalurkan ke beban dapat disesuaikan berdasarkan jenis perangkat yang digunakan. Beban yang kompatibel dengan sistem ini meliputi lampu LED, peralatan rumah tangga, pompa air, serta mesin industri ringan. Beban diatur agar tidak melebihi kapasitas output inverter guna menjaga stabilitas sistem. Selain itu, sistem pemantauan digunakan untuk memastikan bahwa distribusi daya ke beban berjalan secara optimal tanpa mengganggu efisiensi penyimpanan energi (Aita Diantari et al., n.d.).



Gambar 4. 5 Lampu LED (untuk tes beban)

4.2 Desain 3D Sistem

Untuk mempermudah pemahaman mengenai sistem yang dirancang, model 3D dibuat menggunakan perangkat lunak desain seperti SketchUp atau SolidWorks. Model ini mencakup:

4.2.1 Struktur Fisik Panel Surya

Panel surya dipasang pada rangka yang dirancang untuk mengoptimalkan sudut penerimaan cahaya matahari. Rangka ini terbuat dari aluminium atau baja galvanis agar tahan karat dan mampu bertahan dalam berbagai kondisi cuaca.

Kemiringan panel dapat disesuaikan, dengan sudut optimal 10° hingga 15° untuk menangkap sinar matahari secara maksimal. Selain itu, rangka memiliki ventilasi udara untuk mengurangi panas berlebih, menjaga efisiensi panel, dan

memperpanjang umur pemakaian. Struktur ini juga mendukung pemasangan panel dalam konfigurasi seri atau paralel, sesuai kebutuhan daya pengguna.

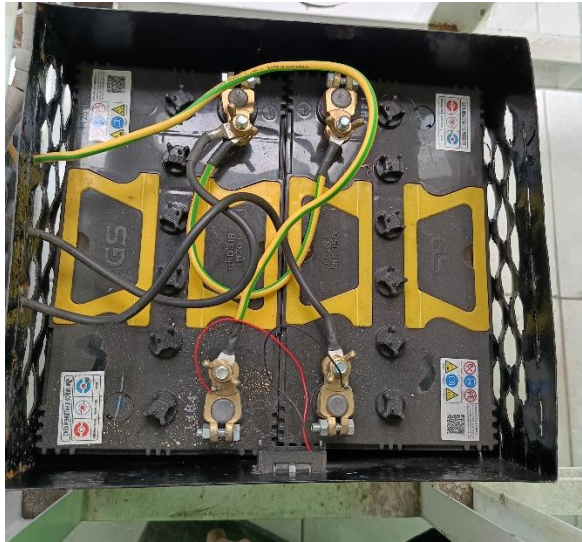


Gambar 4. 6 Desain Struktur Rangka Panel Surya

4.2.2 Pengaturan Modul Penyimpanan (Baterai)

Baterai disusun dalam konfigurasi yang memaksimalkan efisiensi penyimpanan energi. Sistem ini menggunakan kombinasi seri dan paralel untuk menyesuaikan tegangan keluaran dengan kebutuhan sistem, yaitu 12V, 24V, atau 36V.

Pengisian daya dilakukan secara otomatis dengan memprioritaskan baterai berkapasitas terendah agar distribusi energi lebih merata dan umur baterai lebih lama. Selain itu, sistem dilengkapi dengan perlindungan arus berlebih dan kontrol suhu, mencegah overcharging serta menjaga stabilitas daya dalam berbagai kondisi operasional.



Gambar 4. 7 Rangkaian Penyimpanan (Baterai)

4.2.3 Sistem Konversi Daya (Inverter)

Inverter ditempatkan dalam sistem dengan ventilasi yang baik untuk menghindari panas berlebih. Sistem ini menggunakan Pendingin Pasif (Heatsink) dan Pendingin Aktif (Kipas) untuk menjaga suhu tetap stabil dan mencegah penurunan efisiensi akibat *overheating*.

Selain itu, inverter dilengkapi dengan perlindungan terhadap lonjakan tegangan dan arus berlebih, memastikan daya yang dikonversi tetap stabil pada 220V atau 380V sesuai kebutuhan beban. Dengan desain ini, inverter dapat bekerja secara optimal dalam jangka waktu lama tanpa mengalami gangguan akibat suhu atau ketidakstabilan daya.

4.2.4 Jalur Distribusi Energi

Rancangan koneksi antara sumber energi, penyimpanan, dan beban disusun untuk meminimalkan rugi-rugi daya. Kabel yang digunakan memiliki hambatan rendah dan ukuran yang disesuaikan dengan kapasitas arus untuk mengurangi panas berlebih dan kehilangan daya selama transmisi.

Selain itu, sistem ini menerapkan teknologi routing bridge yang memungkinkan distribusi energi lebih efisien dengan pengalihan otomatis antar sumber daya, memastikan suplai listrik tetap stabil tanpa gangguan. Distribusi daya

juga dilengkapi dengan proteksi terhadap lonjakan arus, menjaga keamanan dan keandalan sistem dalam berbagai kondisi operasional.



Gambar 4. 8 Desain Akhir Panel Surya Bagian Depan



Gambar 4. 9 Desain Akhir Panel Surya Bagian Belakang

Bagian-bagian Utama Pada Panel surya:

1. Panel Surya Monokristalin 3x100wp
2. Kerangka Panel surya
3. Lampu LED
4. Baterai
5. Analog Pengontrol Daya
6. Pengontrol Daya
7. Inverter
8. Kabel Penghubung
9. Surface Mounting
10. Stop Kontak

4.3 Prinsip Kerja Sistem

Sistem ini bekerja berdasarkan siklus pengambilan dan penyimpanan energi, sebagai berikut:

a) Pengisian Energi

Panel surya menangkap energi matahari dan mengonversinya menjadi listrik DC. energi disalurkan ke pengontrol daya untuk diatur sebelum masuk ke baterai penyimpanan.

b) Penyimpanan dan Regulasi Tegangan

Tegangan yang masuk ke baterai dikendalikan secara multivariabel agar sesuai dengan kapasitas penyimpanan dan kebutuhan beban. baterai menyimpan energi hingga mencapai batas kapasitasnya.

c) Konversi dan Distribusi Energi

Inverter routing bridge mengubah energi DC dari baterai menjadi AC. energi yang telah dikonversi didistribusikan ke beban sesuai dengan kebutuhan daya.

4.4 Implementasi Fisik dan Tantangan

Meskipun tahap implementasi penuh belum dilakukan, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan saat sistem ini diwujudkan secara fisik:

Efisiensi Ruang dan Tata Letak:

- 1) Penempatan panel surya untuk memaksimalkan penyerapan cahaya.
- 2) Penyusunan baterai dengan sistem pendingin yang baik.

Manajemen Kabel dan Keamanan:

- 1) Penggunaan kabel berkualitas tinggi untuk mengurangi rugi-rugi daya.
- 2) Proteksi terhadap arus berlebih dan korsleting.

Pengaruh Lingkungan:

- 1) Ketahanan panel terhadap cuaca ekstrem.
- 2) Daya tahan baterai terhadap suhu tinggi atau rendah.

4.5 Uji Coba Sederhana Sistem

Untuk memastikan sistem penyimpanan energi terbarukan yang telah dirancang bekerja secara optimal, dilakukan serangkaian uji coba sederhana. Uji coba ini bertujuan untuk mengamati performa dan respons sistem terhadap variasi input daya, pengaturan tegangan, serta distribusi energi. Uji coba ini juga berfungsi untuk mengidentifikasi potensi kendala teknis yang mungkin terjadi sebelum sistem diterapkan dalam skala yang lebih besar.

Uji coba dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengujian Panel Surya

- a) Panel surya diuji dengan berbagai intensitas cahaya matahari untuk mengetahui seberapa besar daya yang dapat dihasilkan dalam kondisi pencahayaan yang berbeda, baik pada pagi, siang, maupun sore hari.
- b) Pengukuran tegangan dan arus keluaran dari panel surya dilakukan untuk mengetahui efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik.
- c) Pengaruh sudut kemiringan panel terhadap daya yang dihasilkan juga dianalisis untuk menentukan posisi optimal pemasangan.

2. Pengujian Pengaturan Tegangan Multivariabel

- a) Tegangan keluaran diuji hanya pada tegangan DC 12 V untuk memastikan sistem dapat menyesuaikan tegangan dengan kebutuhan beban listrik.
- b) Pengujian dilakukan dengan variasi beban listrik, mulai dari beban kecil seperti lampu LED hingga beban besar seperti peralatan rumah tangga atau peralatan industri kecil.

3. Pengujian Penyimpanan Daya pada Baterai

- a) Pengisian daya baterai diuji dengan skenario berbeda, seperti pengisian penuh dari kondisi kosong, pengisian bertahap, dan pengisian saat sistem bekerja dalam kondisi beban tinggi.
- b) Distribusi energi ke baterai dengan kapasitas terendah terlebih dahulu diuji untuk memastikan algoritma pengisian daya bekerja sesuai yang diharapkan.
- c) Pengukuran suhu baterai dilakukan selama proses pengisian untuk menghindari *overheating* yang dapat menurunkan umur baterai.

4. Pengujian Keseluruhan Sistem

- a) Setelah setiap komponen diuji secara terpisah, dilakukan pengujian keseluruhan sistem dalam kondisi nyata, dengan mensimulasikan penggunaannya dalam situasi operasional sehari-hari.
- b) Efisiensi sistem dalam menyimpan dan mendistribusikan daya diamati, serta dibandingkan dengan data teoritis yang telah dikembangkan sebelumnya.
- c) Performa sistem dalam menghadapi perubahan lingkungan, seperti perubahan cuaca atau lonjakan beban listrik, juga dianalisis.

Berikut ini hasil uji coba dari berbagai waktu dan cuaca :

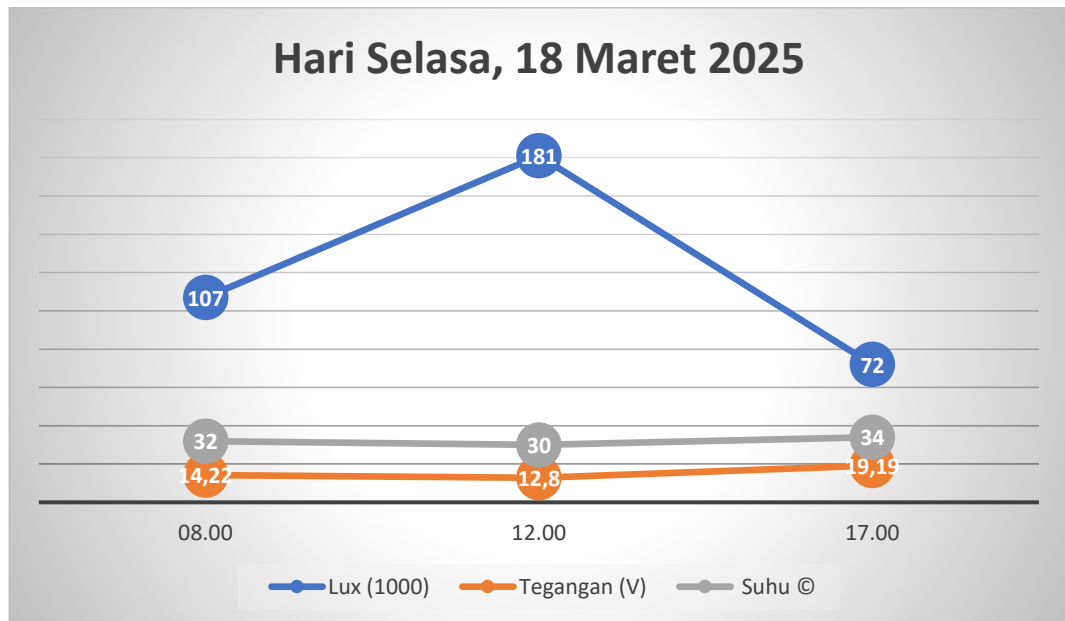
Label 4. 1 Hasil Uji Coba Pengukuran Hari Selasa, 18 Maret 2025

No	Jam	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Suhu	Keterangan
1.	08.00	107200	14,22	32C	Cerah
2.	12.00	181300	12,80	30C	Berawan/Mendung
3.	17.00	72340	19,19	34C	Cerah

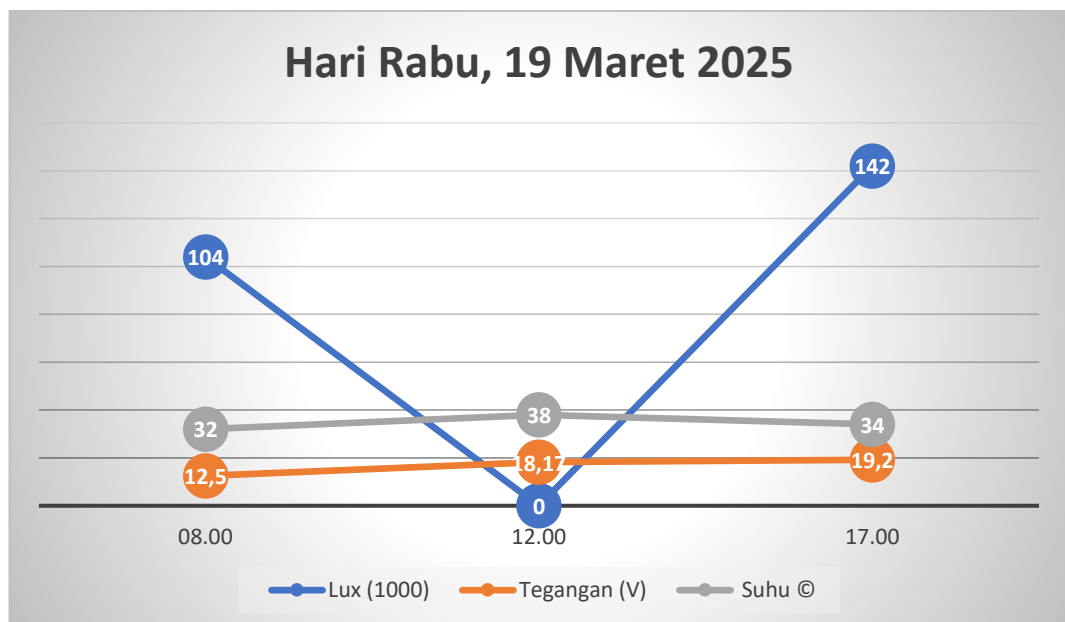
Label 4. 2 Hasil Uji Coba Pengukuran Hari Rabu, 19 Maret 2025

No	Jam	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Suhu	Keterangan
1.	08.00	104800	12,5	32C	Cerah
2.	12.00	(OL)	18,17	38C	Cerah
3.	17.00	142600	19,20	34C	Cerah

Hasil dari uji coba ini akan menjadi dasar dalam melakukan perbaikan dan optimasi sistem sebelum dilakukan implementasi skala penuh. Jika ditemukan kendala dalam efisiensi konversi energi, kestabilan tegangan, atau distribusi daya, maka sistem akan dievaluasi dan dimodifikasi agar lebih optimal. Dengan adanya uji coba sederhana ini bahwa kita tau seberapa pengaruhnya cahaya matahari dan suhu yang mengenai panel.



Gambar 4. 10 Grafik Hasil (Hari Selasa, 18 Maret 2025)



Gambar 4. 11 Grafik Hasil (Hari Rabu, 19 Maret 2025)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan utama dapat diambil sebagai berikut:

1. Sistem panel surya portable berbasis monokristalin yang dirancang dalam penelitian ini mampu menghasilkan energi listrik yang stabil dengan efisiensi konversi daya berkisar antara 18-22%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan panel surya monokristalin cukup efektif untuk penyediaan listrik di daerah terpencil.
2. Pengujian terhadap baterai penyimpanan dengan konfigurasi multivariabel (12V, 24V, 36V) menunjukkan bahwa sistem ini dapat menyesuaikan kebutuhan daya sesuai dengan beban listrik yang digunakan, sehingga fleksibilitas sistem meningkat.
3. Penggunaan inverter routing bridge telah membantu dalam mendistribusikan daya secara efisien ke berbagai jenis beban listrik, baik untuk perangkat rumah tangga maupun peralatan industri kecil.
4. Tantangan utama dalam implementasi sistem ini adalah variasi intensitas cahaya matahari serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem. Namun, dengan strategi pemasangan yang optimal dan perlindungan terhadap lonjakan tegangan serta suhu berlebih, sistem ini tetap dapat bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi.

Dengan demikian, sistem panel surya portable ini berpotensi menjadi solusi energi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan untuk daerah-daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan Kapasitas Penyimpanan Daya

Untuk meningkatkan daya tahan sistem dalam kondisi cuaca mendung atau minim sinar matahari, kapasitas penyimpanan daya pada baterai perlu ditingkatkan dengan menggunakan baterai berkapasitas lebih besar atau teknologi penyimpanan yang lebih efisien.

2. Optimasi Sistem Pemantauan dan Kontrol

Pengembangan sistem pemantauan berbasis IoT (Internet of Things) dapat dilakukan untuk memantau kinerja panel surya, kapasitas penyimpanan daya, serta konsumsi energi secara real-time, sehingga memungkinkan pengelolaan daya yang lebih optimal.

3. Material dan Desain yang Lebih Tahan Cuaca

Untuk meningkatkan ketahanan terhadap kondisi lingkungan ekstrem, perlu dilakukan pemilihan material yang lebih tahan terhadap suhu tinggi, kelembaban, serta korosi. Desain rangka juga dapat disempurnakan agar lebih ringan namun tetap kokoh.

4. Pengembangan Model Bisnis dan Implementasi Skala Besar

Untuk mendukung penyebaran teknologi ini secara luas, perlu dikaji model bisnis yang sesuai, seperti program bantuan pemerintah atau kerja sama dengan sektor swasta dalam penyediaan panel surya untuk masyarakat di daerah terpencil.

Dengan berbagai perbaikan dan pengembangan tersebut, diharapkan sistem panel surya portable ini dapat menjadi solusi yang lebih optimal dan berkelanjutan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah terpencil serta mendukung transisi menuju energi bersih dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjikri, F. (2017). Strategi pengembangan energi terbarukan di Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro*, 1(1).
- Ahmad, F. H., Hariyadi, S., & Rifdian, I. S. (2023). RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI TERBARUKAN DENGAN MEMANFAATKAN SALINITAS AIR LAUT BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO NODEMCU ESP 8226. *Approach: Jurnal Teknologi Penerbangan*, 7(1).
- Akhiriyanto, N. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM PEMANENAN ENERGI TERBARUKAN OFF-GRID MENGGUNAKAN PANEL SURYA DAN PIKOHIDRO. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 4(2), 561-575.
- Ardina, G. B. (2019). Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Seminar Hasil Elektro S1 ITN Malang, 1–11.
- Baharuddin, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 9(1), 65-70.
- Chopra, A. (2007). *Google SketchUp for Dummies*. John Wiley & Sons.
- Dwisari, V., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Pemanfaatan energi matahari: masa depan energi terbarukan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 376-384.

- Effendi, R. (2024). Integrasi Sistem Energi Terbarukan dan Penyimpanan untuk Meningkatkan Efisiensi Konversi Energi pada Mikrogrid. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 255-264.
- Gunawan, L. A., Agung, A. I., Widyartono, M., & Haryudo, S. I. (2021). Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya portable. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 65-71.
- Jurnal, R. T. (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai Plts: Retno Aita Diantari, Erlina, Christine Widyastuti. *Energi & Kelistrikan*, 9(2), 120-125.
- Muslihi, M. T. (2025). Perancangan dan Pengujian Alat Monitoring Tegangan, Arus dan Daya Listrik Berbasis Internet Of Things. *JURNAL FASILKOM*, 15(1), 77-83.
- Purwanto, I. *Sistem Kontrol Multivariabel Temperatur Dan Level Dengan Yokogawa Dcs Centum Vp* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- Rahim, S., & Elvikasari, N. (2021). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTS dan Genset Sebagai Suplai Beban Rumah Untuk Daerah Terpencil* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Ren, L., Zhang, C., & Du, M. (2017). Power router based on conventional three-phase bridge inverter and DC–DC converter. *CIREN* 24, 2017(1), 391-394.

- Samsurizal, Mauriraya, K., T., Fikri, M., Pasra, N., Cristiono. (2021). Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Jakarta Barat: Institut Teknologi PLN.
- Schreyer, A. C. (2015). *Architectural Design with SketchUp: 3D Modeling, Extensions, BIM, Rendering, Making, and Scripting*. John Wiley & Sons.
- Syahputra, H., Mahessya, R. A., & Jamhur, A. I. (2021). Sosialisasi Aplikasi Sketchup Untuk Umkm Komunitas Hobi Kayu Padang Dalam Mendesain Produk Interior. *Jurnal Pustaka Mitra (Pusat Akses Kajian Mengabdi Terhadap Masyarakat)*, 1(2), 144-147.
- Tanadi, K., Ramadhan, M. S., & Syahrudin, M. (2024). RANCANG BANGUN DESAIN SISTEM PLTS OFF-GRID UNTUK CHARGING PERANGKAT MOBILE DI TAMAN BACA PMI MEDAN DENAI. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 5(1), 858-867.
- Zhang, Y., Umuhoza, J., Liu, Y., Farnell, C., Mantooth, H. A., & Dougal, R. (2014, September). Optimized control of isolated residential power router for photovoltaic applications. In *2014 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)* (pp. 53-59). IEEE

LAMPIRAN











UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp./Faks.+6222 7509656
Website:www.uninus.ac.id-email:info@uninus.ac.id

Bandung, 20 Januari 2025

Nomor : 151A/UNINUS/FTEK/PK/2025
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Penelitian Tugas Akhir

Kepada Yth.
Universitas Islam Nusantara
Jl. Soekarno-Hatta No.530, Sekejati, Kec. Buahbatu,
Kota Bandung, Jawa Barat 40286

Assalamua'laikum Wr. Wb

Dengan ini kami mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu untuk dapat menerima mahasiswa kami :

No	Nama	NIM	Program Studi
1.	Vito Dwi Nur Hidayat	41037002211017	Teknik Elektro

Untuk Melakukan Penelitian Tugas Akhir di **Universitas Islam Nusantara**. Penelitian Tugas Akhir tersebut merupakan salah satu syarat untuk dapat lulus dan mendapat gelar sarjana di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Nusantara.

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat menerima dan membimbing mahasiswa kami. Demikianlah permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian Bapak/Ibu kami ucapkan Terima Kasih.

Wassalamua'laikum Wr.Wb


Dekan Fakultas Teknik

FTEK UNINUS
Fakultas Teknik
Dekan Yoseptry, M.M.Pd.
NIDN. 0419097201



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp./Faks.+6222 7509656
Website: www.uninus.ac.id - email: info@uninus.ac.id

Nomor : 951A/UNINUS/FTEK/PK/2024
Lamp. : -
Hal : Surat Keputusan Tugas Akhir

SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR

Dekan Fakultas Teknik UNINUS menyatakan bahwa :

Nama	: Vito Dwi Nur Hidayat
NIM	: 41037002211017
Program Studi	: Teknik Elektro
Pembimbing I	: Dr. Iksal Rachman, M.T.
Pembimbing II	: Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc.

Diberi hak untuk mengerjakan Tugas Akhir terhitung tanggal 23 September 2024_s/d
23 April 2025 (1 Semester), dengan Judul :

**"RANCANG BANGUN SISTEM PENYIMPANAN ENERGI TERBARUKAN DENGAN
PENGATURAN TEGANGAN MULTIVARIABEL DAN INVERTER ROUTING BRIDGE"**

Maka dengan ini yang bersangkutan diberi hak untuk menggunakan fasilitas
Laboratorium Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UNINUS menurut
ketentuan yang berlaku dan berkewajiban memenuhi ketentuan-ketentuan yang ada.

Apabila terdapat kekeliruan dikemudian hari dalam penetapan ini, maka akan
diperbaiki sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Bandung

Pada Tanggal, 23 September 2024

Dekan,

Dr. Ricky Yoseptry, M.M.Pd.
NIDN 0439097201
FTEK UNINUS
Fakultas Teknik



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp/Faks +6222 7509656
Website: www.uninus.ac.id - email: fakultasteknikuninus@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : Vito Dwi Nur Hidayat
NIM : 41037002211017
Program Studi : Teknik Elektro
Pembimbing I : Dr. Iksal Rachman, M.T.
Pembimbing II : Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc.
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Sel Surya Monokristalin

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1.	09/01/2025	Rancang bangun sistem pengumpulan energi terbarukan dengan pemasangan panel fotovoltaik roofing bridge	Judul	
2.	15/01/2025	Penggunaan BAB 1	Hal 01 - 07	
3.	20/01/2025	Penggunaan BAB 2	Hal 08 - 18	
4.	25/01/2025	Penggunaan BAB 3	Hal 18 - 24	
5.	03/02/2025	Penggunaan BAB 4	Hal 24 - 34	
6.	10/02/2025	Penggunaan BAB 5	Hal 35 - 36	
7.	28/02/2025	Penggunaan PPT	PPT	

Pembimbing I

Dr. Iksal Rachman, M.T.

Pembimbing II

Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc.



UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Soekarno Hatta No. 530, Bandung 40286, Telp/Faks +6222 7509656
Website: www.uninus.ac.id - email: fakultasteknikuninus@gmail.com

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR MAHASISWA

Nama : Vito Dwi Nur Hidayat
NIM : 41037002211017
Program Studi : Teknik Elektro
Pembimbing I : Dr. Iksal Rachman, M.T.
Pembimbing II : Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc.
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Sel Surya Monokristalin

No.	Tanggal	Catatan Perbaikan	Hal/Bab	Paraf Pembimbing
1.	03/02/2025	Rancangan Bangun sistem Panel Surya portable berbasis monitoring film untuk Pengediran Energi Listrik di daerah terpencil	Judul	Nad
2.	05/02/2025	BAB 1 Pendahuluan	Hal. 01 - 08	Nad
3.	10/02/2025	BAB 2 {Acc}	Hal 09 - 17	Nad
4.	15/02/2025	Pengajuan BAB 3 {Acc}	Hal 18 - 25	Nad
5.	20/02/2025	Pengajuan BAB 4 {Acc}	Hal 26 - 35	Nad
6.	28/02/2025	Pengajuan PPT {Acc}	PPT	Nad
7.	20/03/2025	Pengajuan sidang Akhir	ACC	Nad

Pembimbing I

Dr. Iksal Rachman, M.T.

Pembimbing II

Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc.

