



Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Lightning Protection And Monitoring Device

Fajar Gemilang Achmadany¹, Gilang Soebakti Saputra², Lela Nurpulaela³

^{1,2,3} Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 15 Oktober 2024
Revised: 22 Oktober 2024
Accepted: 29 Oktober 2024

Energy is a very important human necessity that is required in large quantities but expected at low cost. Solar power plants (PLTS) are renewable energy projects with low emissions and minimal negative impact on the environment. An experiment is defined as a deliberate research in which the researcher intentionally manipulates one or more variables in a certain way that affects one or more other measured variables. The design of this solar power generator aims to meet the environmentally friendly electricity needs of a household by harnessing solar energy. The design of the electrical panel includes components, tools to be used, the construction of the solar power plant, and the planning of the wiring diagram. This study employs various methods, including literature review and observation. A descriptive analysis was conducted to evaluate these methods, and the results indicate that electrical energy can be generated and delivered to the load center in a sustainable and safe manner. This generation and distribution system also exhibits a high level of reliability. Therefore, the implementation and utilization of this solar power generator has proven to be highly effective in meeting the backup electricity needs in households.

Keywords: *Electrical, Solar Panel, Solar Power Plant, Monitoring.*

(*) Corresponding Author: fajarga2010@gmail.com

How to Cite: Achmadany, F. G., Saputra, G. S., & Nurpulaela, L. (2024). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Lightning Protection And Monitoring Device. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14310059>.

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan vital manusia yang harus tersedia dalam jumlah besar namun dengan biaya yang terjangkau. Infrastruktur yang krusial bagi Indonesia adalah penyediaan energi listrik. Meskipun Indonesia telah memperluas jaringan PLN untuk mencakup sebagian besar wilayahnya, masih ada daerah yang belum terjangkau dan belum mendapatkan pasokan listrik. Energi listrik dihasilkan dari dua sumber, yakni energi terbarukan dan energi konvensional yang tidak dapat diperbarui (Abdullah, 2015). Energi terbarukan mencakup tenaga surya, energi gelombang laut, dan energi angin, namun memerlukan penelitian lebih lanjut untuk pengembangannya di Indonesia. Sementara itu, energi tidak terbarukan meliputi pembangkit listrik tenaga air, angin, diesel, gas, dan nuklir. Pemanfaatan berlebihan dari sumber energi tidak terbarukan ini harus dihindari karena dapat mengganggu ketersediaannya di masa mendatang (Lubis, Lubis, & Harahap, 2019). Penggunaan panel surya sebagai pembangkit listrik sudah umum dilakukan. Namun, panel surya yang saat ini digunakan cenderung bersifat tetap (tidak dapat mengikuti pergerakan matahari). Akibatnya, panel surya tidak dapat memanen cahaya matahari secara optimal sepanjang hari, mengakibatkan produksi energi listrik yang kurang maksimal. Keterbatasan ini pada panel surya yang bersifat tetap dapat diatasi (Rimbawati, Harahap, & Putra, 2019).

Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia sangat besar dan tersebar di berbagai wilayah. Contohnya, terdapat potensi EBT dari panas bumi, air, angin, dan matahari. Dengan mengoptimalkan pemanfaatan melimpahnya sumber EBT di Indonesia berujung sebagai langkah untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan mendukung adopsi sumber energi yang ramah lingkungan. Sumber EBT tidak hanya sebagai cadangan energi, tetapi juga dapat dikembangkan melalui teknologi sebagai sumber energi masa depan (Azhar, 2018). Karakteristik berkelanjutan dan ramah lingkungan dari sumber EBT memungkinkan pemanfaatannya secara terus-menerus, dan hal ini diharapkan akan berlanjut dalam beberapa tahun ke depan. Sebagai contoh, matahari dapat dikembangkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi listrik telah umum dilakukan melalui penggunaan panel surya. Meskipun demikian, hingga saat ini, panel surya yang terpasang cenderung bersifat statis, yang artinya mereka tidak dapat mengikuti pergerakan matahari. Kondisi ini menyebabkan panel surya tidak dapat secara optimal menangkap cahaya matahari sepanjang hari, mengakibatkan produksi energi listrik yang kurang maksimal. Untuk mengatasi keterbatasan ini pada panel surya yang statis, dapat dilakukan perbaikan serta peningkatan. (Lubis, Lubis, & Harahap, 2019).

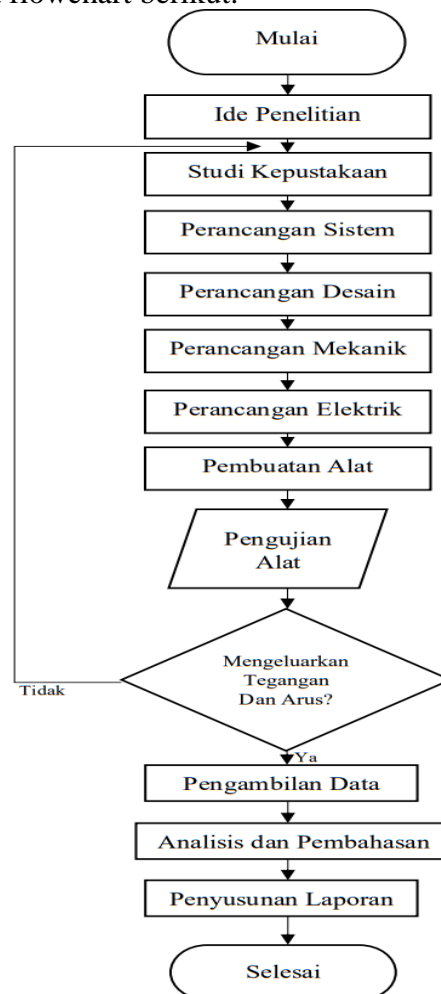
Keefektifan dan efisiensi dalam mengelola kehidupan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, menjadi imperatif untuk menemukan inovasi terkini guna mendukung kebutuhan sehari-hari. Dalam konteks ini, semakin banyak upaya pengembangan motor listrik dilakukan belakangan ini. Motivasi utama di balik tren ini adalah menyusutnya ketersediaan bahan baku utama, yaitu minyak bumi dan cadangannya. Dengan semakin menipisnya persediaan tersebut, diperlukan solusi alternatif, dan satu solusi yang dijajaki adalah memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya alternatif. Penggunaan motor listrik saat ini masih menghadapi kendala ketidakefektifan. Jika baterai motor listrik habis, motor tersebut terpaksa berhenti dan perlu dilakukan pengisian ulang baterai. Jika tujuan penggunaan motor listrik melibatkan jarak atau waktu yang panjang, diperlukan baterai tambahan, sehingga penggunaannya menjadi kurang efektif. Meskipun motor listrik diharapkan sebagai alternatif pengganti bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan masa depan, namun, kebutuhan tenaga listrik saat ini tidak sebanding dengan ketersediaan tenaga listrik yang ada. Oleh karena itu, masih banyak kebutuhan yang belum terpenuhi (Laili, Ganefri, & Usmeldi, 2019).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah jenis pembangkit yang umumnya digunakan karena dapat ditempatkan di berbagai lokasi yang terpapar sinar matahari. PLTS merupakan proyek Energi Baru Terbarukan (EBT) yang memiliki emisi rendah dan dampak negatif terhadap lingkungan yang minim. Biaya konstruksi, pemeliharaan, dan perbaikan Panel Surya relatif ekonomis dan dapat diterima dengan baik oleh Masyarakat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dan beberapa penelitian terdahulu, maka penulis membuat dan melakukan penelitian ini dengan judul " Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Lightning Protection And Monitoring Device".

METODE

Penelitian ini dilakukan saat berlangsungnya pembuatan alat Tugas Akhir (TA) Teknik Elektro yang dilaksanakan di Kampus UNSIKA, Telukjambe Timur, Karawang. Pada 21 Juli 2023. Dalam proses penelitian terdapat beberapa tahapan yang dapat dilihat pada flowchart berikut.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

1. Observasi

Pengamatan dilakukan melalui pendekatan observasional dengan langsung memeriksa objek yang menjadi fokus penelitian terkait dengan permasalahan yang akan dibahas. Fokus pengamatan ini terutama diletakkan pada sistem perlindungan listrik rumah tangga karena kurangnya pemahaman terkait perlindungan petir di Gedung FKIP UNSIKA. Selain itu, dilakukan serangkaian percobaan pada perangkat yang telah dibuat untuk memonitor dan mengevaluasi kinerja alat yang sedang diuji. Pengamatan lapangan merupakan metode pembelajaran yang melibatkan pengamatan langsung terhadap suatu objek dan pengumpulan data secara langsung melalui observasi, pencatatan, serta penyampaian pertanyaan. Pendekatan ini menggunakan lingkungan sebagai sumber pembelajaran dengan mengaitkan konsep yang telah dipelajari dengan situasi aktual di lapangan. Saat pelaksanaan studi lapangan berlangsung, penulis terlibat langsung di lokasi tersebut (Joesyiana, 2018).

2. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan disini adalah melengkapi data dengan mencari sumber-sumber kepustakaan yang berhubungan dengan penelitian pembangkit listrik tenaga surya, seperti teori-teori pendukung dan penelitian sebelumnya yang membahas subjek yang serupa. Studi kepustakaan yang digunakan antara lain: jurnal penelitian, laporan skripsi, buku pengajaran, thesis dan artikel ilmiah terdahulu. Studi literatur merupakan kegiatan yang terkait dengan pengumpulan dan analisis informasi dari berbagai sumber seperti karya tulis ilmiah, disertasi, tesis, pustaka, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, dan Undang-Undang Kelistrikan 2009 yang memiliki relevansi dengan topik penelitian. Proses ini melibatkan analisis informasi dan pembuatan catatan dari berbagai referensi yang digunakan sebagai bahan rujukan dalam pembahasan penelitian yang sedang dilakukan (Rahayu, 2018).

3. Analisa Data

Analisis data merupakan tahap dimana data disusun secara terstruktur, diorganisir ke dalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar. Menurut definisi Suprayogo, analisis data adalah serangkaian kegiatan yang melibatkan penelaahan, pengelompokan, sistematisasi, penafsiran, dan verifikasi data. Tujuan dari analisis data ini adalah agar suatu fenomena dapat memiliki nilai sosial, akademis, dan ilmiah. Metode analisis komparatif melibatkan penggabungan beberapa penelitian untuk mencapai suatu kesimpulan baru yang dapat diperluas. Dalam menggunakan metode komparatif ini, peneliti bertujuan untuk menghasilkan kesimpulan dengan membandingkan ide-ide, pendapat, dan pengertian. Hal ini dilakukan untuk memahami bagaimana fungsi dari Umbrella Energy dapat berjalan dengan efektif (Hasibuan & Siregar, 2019).

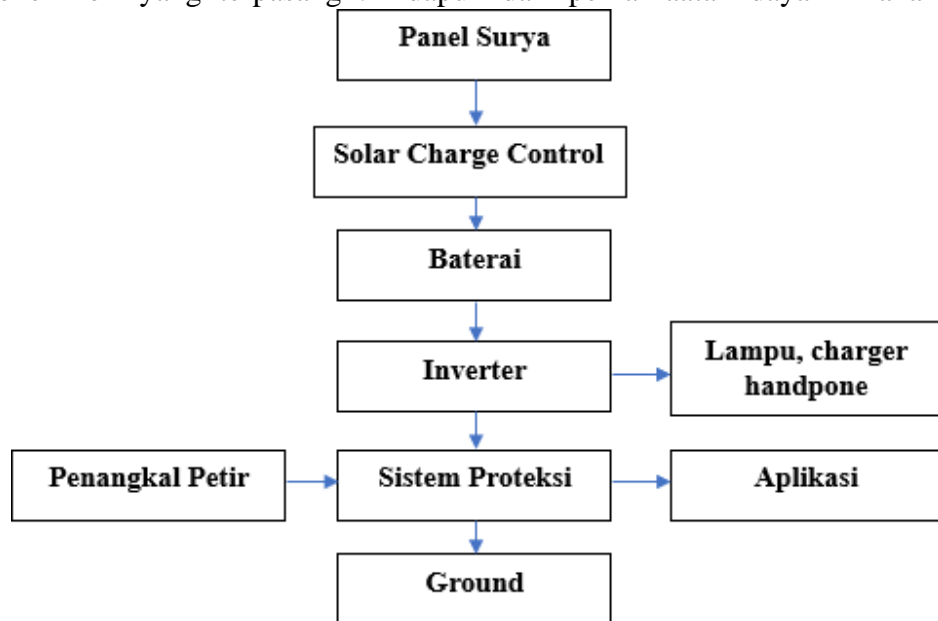
4. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merujuk pada cara yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi. Dalam penelitian ini, metode yang diterapkan adalah observasi. Observasi merupakan suatu teknik pengumpulan data yang mengenali situasi dan kondisi dengan melakukan pengamatan langsung terhadap suatu obyek. Teknik ini dipilih ketika penelitian bertujuan untuk memahami perilaku manusia, proses kerja, atau gejala alam yang dapat diidentifikasi dalam konteks kehidupan sehari-hari. Peneliti melakukan pengamatan langsung terkait dengan data yang dibutuhkan dalam penelitian mengenai proses kerja produk yang akan dikembangkan (Rijali, 2019). Pengamatan ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu observasi partisipan (*participant observation*) dan observasi non-partisipan (*non-participant observation*). Dalam observasi partisipan, peneliti secara aktif terlibat dalam kegiatan yang sedang diamati, yang menghasilkan data yang lebih komprehensif. Sementara itu, observasi nonpartisipan adalah suatu bentuk pengamatan di mana peneliti tidak terlibat langsung dalam kegiatan tersebut dan hanya bertindak sebagai pengamat. Namun, pengumpulan data melalui observasi nonpartisipan ini tidak memberikan wawasan yang mendalam.

5. Perancangan Sistem

Terdapat 3 bagian sub-sistem pada produk LIPRO-C (Lightning Protection and monitoring device berbasis IOT). yang mana, produk ini dapat di manfaatkan untuk sebuah penerangan lampu maupun yang memerlukan energi listrik lainnya. Produk pembangkit ini menggunakan tenaga panel surya sebagai daya

masukannya. Panel surya sudah terpasang dan sudah terhubung satu sama lain dengan komponen instrumentasi yang tersedia akan bekerja sesuai fungsinya dengan menyerap radiasi dari sinar matahari memaksimalkan peran solar charge control SCC dari sebuah daya atau energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. (Hidayat, Winardi, & Nugroho, 2019). Ketika baterai sudah terisi penuh, daya yang tersedia pada baterai ini pun mengalir kepada sebuah inverter. Inverter yang terpasang secara otomatis akan bekerja untuk mengubah sebuah tegangan DC menjadi AC, yang mana tegangan AC ini akan dimanfaatkan oleh komponen instrumentasi lainnya. Output yang dihasilkan berupa sebuah daya yang dapat dialirkan kepada stop kontak yang terpasang dan daya tersebut mengalir menuju komponen IoT yang terpasang. Adapun dari pemanfaatan daya ini akan di



gunakan sebagai pembangkit dari LIPRO-C dan sebagai penerangan lampu pada produk LIPRO-C.

Gambar 2. Blok Diagram Sistem Pembangkit LIPRO-C

6. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada sistem ini terdiri dari beberapa komponen yaitu panel surya, solar charge controller (SCC), baterai, inverter, MCB dan juga beban (LIPRO-C). Di bawah ini adalah rincian mengenai tata letak kabel dalam sistem PLTS off-grid yang telah dirancang.



Gambar 13. Wiring Diagram

Perangkat keras dihubungkan sesuai dengan skema pengkabelan. Setelah semua komponen terhubung secara menyeluruh, panel surya mampu menghasilkan tegangan yang kemudian masuk ke *Solar Charger Controller* (SCC). Selain itu, daya yang dihasilkan oleh panel surya dapat disimpan pada baterai. Di bawah ini adalah konfigurasi pengkabelan yang digunakan dalam sistem PLTS off-grid.

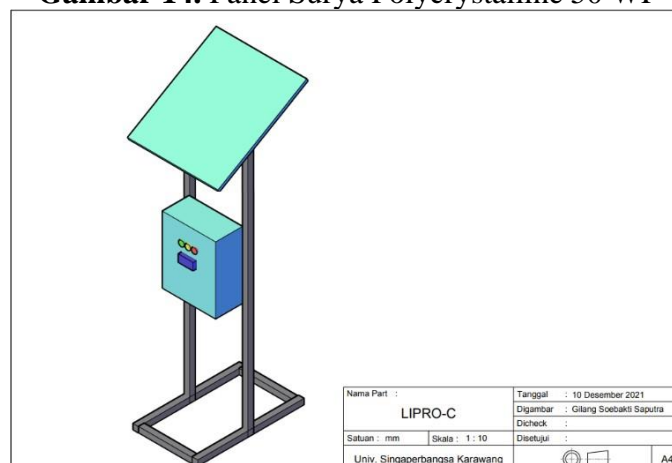
PEMBAHASAN

Panel Surya

Sistem pada Pembangkit LIPRO-C (Lightning Protection and monitoring device berbasis Iot), ini menggunakan tiga buah panel surya dengan tipe polycrystalline yang mempunyai daya 50 Wp. Panel surya yang di letakan pada posisi kemiringan 30°, agar mendapatkan efisiensi radiasi secara maksimal dari cahaya matahari.



Gambar 14. Panel Surya Polycrystalline 50 WP



Gambar 15. Desain Rancangan Tata Letak Panel Surya Solar Charge Controller (Scc)

Solar Charge Controller (SCC) adalah perangkat kontrol yang esensial dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang bertujuan untuk

mengelola dan mengoptimalkan pengisian baterai dari panel surya. Fungsi utama SCC adalah mengatur arus dan tegangan yang masuk ke baterai, sehingga baterai tidak mengalami overcharge atau overdischarge, yang dapat merusak daya tahan baterai. Pada produk Pembangkit LIPRO-C, Solar Charge Controller (SCC) yang di gunakan Rated Voltage; 12V/24V dan Rated Current; 10A.



Gambar 16. Solar Charger Controller (SCC) 10A 12/24V

Inverter

. Inverter merupakan suatu perangkat elektronik daya yang mentransformasikan tegangan DC yang berasal dari modul fotovoltaik menjadi tegangan AC, baik untuk penggunaan langsung atau untuk menyimpan kelebihan daya ke dalam baterai. Fungsinya adalah mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC). Tegangan DC yang dihasilkan oleh panel surya bersifat fluktuatif, tergantung pada tingkat radiasi matahari. Inverter berperan dalam mengatasi fluktuasi ini dengan mengubah tegangan masukan DC yang tidak stabil menjadi tegangan AC yang konstan, siap digunakan atau dihubungkan ke dalam sistem yang tersedia. Oleh karena itu, digunakanlah sebuah inverter berkapasitas 1000 Watt untuk mengkonversi daya yang dihasilkan oleh baterai sehingga dapat digunakan sebagai tegangan AC.



Gambar 17. Inverter 1000W DC 12V to AC 220V

Baterai

Baterai merupakan suatu perangkat yang mampu menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia, yaitu suatu proses di mana terjadi perubahan kimia menjadi listrik dan sebaliknya, dengan meregenerasi elektroda pada baterai melalui arus listrik yang mengalir dalam arah polaritas yang berlawanan. Pada

produk Pembangkit LIPRO-C, diperlukan baterai berkapasitas 12V 20 Ah. Selain itu, produk LIPRO-C juga mengandalkan baterai ketika baterai yang satu telah habis dan tidak menerima pasokan daya dari Panel Surya.



Gambar 18. Baterai 12 Volt 20 Ah

Miniature Circuit Breaker (Mcb)

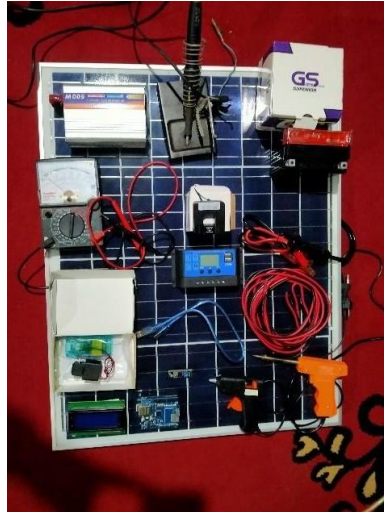
Miniature Circuit Breaker (MCB) adalah suatu perangkat proteksi listrik yang dirancang untuk melindungi sirkuit listrik dari kerusakan yang dapat disebabkan oleh arus lebih atau korsleting. MCB bekerja dengan cara memutus aliran listrik secara otomatis ketika arus yang melewatinya melampaui ambang batas yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini digunakan satu buah MCB dengan kapasitas pengaman sebesar 2A.



Gambar 19. Miniature Circuit Breaker (MCB) 2A

Persiapan

Persiapan adalah kegiatan yang dilakukan oleh penulis untuk menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan pemasangan seluruh komponen yang sudah dirancang. Perencanaan wiring diagram pun harus diperiksa kembali kondisinya untuk meminimalisir terjadinya salah dalam tahapan pemasangan instalasi kabel yang nantinya akan menyebabkan korsleting (short circuit) yang dapat merusak komponen yang terpasang.



Gambar 20. Persiapan Alat dan Bahan

Pelaksanaan

Pelaksanaan pembuatan Pembangkit LIPRO-C, tahapan yang pertama adalah dengan membaca dan menganalisa gambar perencanaan *Wiring Diagram*. Setelah itu, melakukan perakitan panel box, kabel, SCC, inverter, baterai, dan panel surya. Berikut adalah tahapan pemasangan instalasi kabel dan komponen yang digunakan.



Gambar 21. Pemasangan Kabel Pada *Solar Charger Controller (SCC)*



Gambar 22. Pemasangan Inverter



Gambar 23. Pemasangan Baterai ke dalam Panel Box



Gambar 22. Pemasangan Komponen di dalam Panel Box

Gambar diatas merupakan implementasi wiring kabel dan komponen yang sudah dirancang pada gambar perencanaan. Komponen diletakkan pada badan box panel dengan posisi menghadap ke luar untuk mempermudah proses instalasi. Instalasi atau pengkabelan antar komponen yang diletakkan di box panel dilangsungkan, akan tetapi komponen dari luar,yang ingin dihubungkan dengan komponen didalam box melewati terminal terlebih dahulu untuk memudahkan proses instalasi dan troubleshoot.

Tabel 1. Daftar Beban

No.	Peralatan	Jumlah	Daya (Watt) (VxI)	Durasi/Hari (Jam)	Konsumsi Daya (Wh)
1.	Lampu Indikator	1	0.5 Watt	12 jam	12
2.	Sensor Pzem 004T	2	0.5 Watt	12 Jam	24
3.	Controler	1	1 Watt	12 Jam	24

	Arduino				
4.	Router Wifi tplink wr840n	1	2 Watt	24 Jam	48
5.	Relay	1	0.1 Watt	24 Jam	2.4
Total Konsumsi Daya / Hari					108 Wh

*Total keseluruhan konsumsi daya per hari adalah 108Wh

Menggunakan panel surya 50 Wp, dengan asumsi penyinaran maksimal 5 jam/hari

Di Indonesia, proses photovoltaic optimalnya hanya berlangsung 5 jam saja, sehingga untuk menghitung banyaknya panel surya yang digunakan, dapat dengan cara berikut:

Total Panel Surya = Total Daya : Waktu Optimal

$$= 108 \text{ Watt} : 5 \text{ Jam}$$

$$= 21,6 \text{ Watt Peak Dibulatkan menjadi } 30 \text{ Wp}$$

karena panel surya yang dijual dipasaran umumnya hanya 50 WP jadi diambil dengan kapasitas 50Wp sehingga:

$$30 \text{ Wp} : 50 \text{ Wp} = 0,6 \text{ pcs}$$

$$= 1 \text{ pcs (Dibulatkan)}$$

Jadi, total panel surya yang dibutuhkan sebanyak 1 pcs.

Untuk penggunaan 1 hari :

$$\text{Jumlah Baterai} = 108 \text{ Watt / hari} : (12\text{v} \times 20 \text{ Ah} \times 80\%)$$

$$= 108 : 192$$

$$= 0,56 = 1 \text{ baterai } 12\text{V } 20\text{Ah}$$

Pengukuran

Pengukuran dilakukan untuk memantau, mengevaluasi, dan pengoptimalan kinerja sistem yang telah berjalan. Melalui pengukuran ini sekaligus untuk mendapatkan data dari hasil kinerja sistem panel surya bahwa sistem beroperasi sesuai dengan perencanaan dan spesifikasi teknis yang ditentukan serta memberikan output energi yang optimal.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan dan UV PLTS

Jam	19 Sep 2023 (Cuaca Berawan)			20 Sep 2023 (Cuaca Cerah)		
	UV (mW/cm ²)	Volt	Ampere	UV (mW/cm ²)	Volt	Ampere
08:00	1,51	11,60	0,24	1,93	12,67	1,72
09:00	2,79	12,35	1,87	1,95	12,95	1,73
10:00	2,35	12,44	2,06	1,91	12,93	1,42
11:00	0,49	12,26	0,59	1,95	12,97	1,40
12:00	2,13	12,67	2,11	1,43	13,26	1,35
13:00	4,24	12,58	1,02	1,44	13,28	1,45
14:00	4,17	12,69	1,25	1,06	13,26	1,43
15:00	1,75	12,49	0,67	1	12,35	1,41
Rata-Rata	2,42	12,4V	1,22A	1,6	12,9V	1,5A

Berdasarkan hasil penelitian pada sistem tenaga surya didapat tegangan dan arus yang digunakan. Pengambilan data dilakukan pada durasi jam 08.00 pagi

sampai pada pukul jam 15.00 dengan UV terpanas dengan status moderate pada tanggal 19 september 2023 pada jam 13:00-14:00 dengan intensitas UV sebesar 4,24 - 4,17 mW/cm² dan titik intensitas UV terendah pada saat pukul 08:00 WIB dengan status *low value* sebesar 1,51mW/cm² sehingga didapatkan daya hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya PLTS

Jam	19 Sep 2023 (Cuaca Berawan)	20 Sep 2023 (Cuaca Cerah)
	Daya (Watt)	Daya (Watt)
08:00	2,784	21,7924
09:00	23,0945	22,4035
10:00	25,6264	18,3606
11:00	7,2334	18,158
12:00	26,7337	17,901
13:00	12,8316	19,256
14:00	15,8625	18,9618
15:00	8,3683	17,4135
Total Wh	150,0654	181,7778

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat dicari nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan mengalikan tegangan dan arus yang diperoleh dengan total Wh hari pertama 150.0654 dan pada hari ke dua 181.7778.

Tabel 4. Parameter PLTS terhadap UV

Parameter	19 September 2023	20 September 2023
Tegangan Rata-rata (V)	12,4	12,9
Tegangan Maksimum(V)	12,69	13,28
Arus Rata-Rata (A)	1,22	1,5
Arus Maksimum (A)	2,11	1,73
Daya Rata-Rata (Watt)	15,31	19,28
Daya Maksimum (Watt)	26,73	22,4

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan hasil data parameter PLTS terhadap sinar UV yang dipancarkan oleh matahari, dengan parameter yang dihasilkan untuk Tegangan = 12.4 dengan nilai terbesar 13.28 V , Arus = 1.22 dengan nilai terbesar 1.73 A , dan Daya = 15.31 dengan nilai terbesar 22.4 W.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pembahasan di Universitas Singaperbangsa Karawang yang berlokasi di Jl. HS Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Kab. Karawang, Jawa Barat., mengenai “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Lightning Protection And Monitoring Device”. Penulis menyimpulkan beberapa poin dari hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu:

1. Kinerja PLTS

PLTS menunjukkan kinerja yang memuaskan dalam mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Melalui sistem monitoring yang terintegrasi dengan PLTS, dapat dilakukan pemantauan kinerja sistem secara real-time,

memungkinkan deteksi cepat terhadap potensi masalah, fluktuasi daya, atau gangguan lainnya. Ini meningkatkan reaktivitas dan efisiensi operasional.

2. Efisiensi Energi

Berdasarkan data hasil pengujian PLTS yang diteliti menunjukkan efisiensi yang tinggi dalam mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Hasil data menunjukkan potensi yang signifikan dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan ini.

3. Optimalisasi Sumber Daya

Integrasi sistem monitoring dengan PLTS memungkinkan pemantauan kapasitas dan kinerja panel surya, inverter, dan komponen lainnya. Ini memungkinkan pengoptimalan penggunaan sumber daya dan perawatan preventif, mengurangi downtime dan meningkatkan produktivitas.

4. Keberlanjutan dan Lingkungan

PLTS memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan sumber energi fosil. Dengan mengurangi emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya, PLTS berkontribusi pada upaya mitigasi perubahan iklim.

5. Skalabilitas dan Integrasi

Terdapatnya potensi untuk meningkatkan skalabilitas PLTS dan integrasinya dengan sistem kelistrikan yang lebih besar. Ini termasuk peningkatan kapasitas, efisiensi penyimpanan energi, dan adaptasi terhadap kebutuhan jaringan yang berubah.

PUSTAKA

Abdullah, A. R. (2015). *Pengaruh Energi Dalam Kehidupan Manusia*.

Azhar, M. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law & Governance, 1*, 398-412.

Hasibuan, A., & Siregar, W. V. (2019, January). Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Kota Subulussalam Sampai Tahun 2020 Menggunakan Metode Analisis Regresi. *RELE: (Rekayasa Elektrikal dan Energi), 1*, 57-61.

Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). ANALISIS EKONOMI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO. *Transient, 875-882*.

Joesyiana, K. (2018). PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN OBSERVASI LAPANGAN (OUTDOOR STUDY) PADA MATA KULIAH MANAJEMEN OPERASIONAL. *PeKA: Jurnal Pendidikan Ekonomi Akuntansi, 90-103*.

Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN E-MODUL PROJECT BASED LEARNING PADA MATA PELAJARAN INSTALASI MOTOR LISTRIK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran, 306-315*.

Lubis, S., Lubis, F., & Harahap, P. (2019, October 14). PLTB SEBAGAI ALTERNATIF ENERGI BARU TERBARUKAN. *SNTI 2019, 1-5*.

Rahayu, R. S. (2018). STUDI LITERATUR: PERANAN BAHASA INGGRIS UNTUK TUJUAN BISNIS DAN PEMASARAN. *Jurnal Pemasaran Kompetitif, 149-158*.

- Rijali, A. (2019, January 2). Analisis Data Kualitatif. *Alhadharah: Jurnal Ilmu Dakwah*, 81-95.
- Rimbawati, Harahap, P., & Putra, K. U. (2019, July 1). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator. *RELE : Rekayasa Elektrikal dan Energi, II*, 37-44.