

Analisis Perencanaan Sistem Tenaga Listrik Untuk Keandalan Operasional CCTV Berbasis Energi Terbarukan

M Rizki Liano ^{1*}, Pristisal Wibowo ², Muhammad Erpandi Dalimunthe ³

¹ Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia
mrizkiliano125@gmail.com, pristisawibowo@dosen.pancabudi.ac.id, erpandi@dosen.pancabudi.ac.id

Corresponding Author: mrizkiliano125@gmail.com

ABSTRACT

Solar energy is a renewable energy source that can be utilized as an alternative energy to generate electrical energy. This electrical energy is obtained from solar radiation converted through photovoltaic cells, where the higher the intensity of solar radiation received, the greater the electrical power generated. The research stages began with literature studies and field observations to identify the problems studied, then continued with the collection of data needed in the planning of an off-grid Solar Power Plant (PLTS) at the Sejahtera Islamic Boarding School Building. This PLTS is planned as an alternative energy source for the CCTV system that operates 24 hours, considering that CCTV has a very important role as a security system in the Sejahtera Islamic Boarding School Multipurpose Building. Currently, the implementation of PLTS is highly recommended, especially in densely populated areas because it has minimal emissions and is environmentally friendly. Based on the results of the planning and analysis that have been carried out, it can be concluded that the implementation of off-grid PLTS as an alternative energy source to support the operational reliability of CCTV at the Sejahtera Islamic Boarding School is very feasible to be implemented. The potential of solar energy at the research location is quite adequate with an average duration of about 4.5 hours of sunlight per day, so it is able to meet the electrical energy needs of CCTV and its supporting devices for 24 hours. The results of the system planning show that the use of one solar panel module with a capacity of 100 Wp, two 12 V 33 Ah batteries, a 500 W inverter, and a Solar Charge Controller (SCC) with a capacity of 20 A is sufficient to meet the daily load needs of 432 Wh. In addition to ensuring continuity of electricity supply during PLN network outages, this system is also more environmentally friendly and economical, making it an effective and sustainable solution in improving CCTV-based security systems in Islamic boarding schools and similar facilities.

Keywords: Solar Charge Controller, Off-Grid, CCTV, Solar Panels, HOMER

ABSTRAK

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik ini diperoleh dari radiasi matahari yang dikonversi melalui sel fotovoltaik, di mana semakin tinggi intensitas radiasi matahari yang diterima, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan. Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur dan observasi lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan yang diteliti, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data yang diperlukan dalam perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* di Gedung Pondok Pesantren Sejahtera. PLTS ini direncanakan sebagai sumber energi alternatif bagi sistem CCTV yang beroperasi selama 24 jam, mengingat CCTV memiliki peran yang sangat penting sebagai sistem keamanan di Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera. Saat ini, penerapan PLTS sangat direkomendasikan terutama di daerah padat penduduk karena memiliki emisi yang minimal dan bersifat ramah lingkungan. Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan PLTS *off-grid* sebagai sumber energi alternatif untuk mendukung keandalan operasional CCTV di Pondok Pesantren Sejahtera sangat layak untuk diimplementasikan. Potensi energi matahari di lokasi penelitian tergolong cukup memadai dengan rata-rata lama penyinaran sekitar 4,5 jam per hari, sehingga mampu memenuhi kebutuhan energi listrik CCTV dan perangkat pendukungnya selama 24 jam. Hasil perencanaan sistem menunjukkan bahwa penggunaan satu modul panel surya berkapasitas 100 Wp, dua baterai 12 V 33 Ah, inverter 500 W, serta Solar Charge Controller (SCC) berkapasitas 20 A telah mencukupi untuk memenuhi kebutuhan beban harian sebesar 432 Wh. Selain menjamin kontinuitas pasokan listrik saat terjadi pemadaman jaringan PLN, sistem ini juga lebih ramah lingkungan dan ekonomis, sehingga menjadi solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam meningkatkan sistem keamanan berbasis CCTV di pondok pesantren maupun fasilitas serupa.

Kunci: Pengontrol Pengisian Daya Surya, Sistem Off-Grid, CCTV, Panel Surya, HOMER

1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari, misalnya energi surya, sumber energi terbarukan yang berfungsi sebagai sumber energi alternatif untuk menghasilkan



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

listrik [1]. Energi surya adalah sumber daya alam yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik dan tidak akan habis karena merupakan sumber daya terbarukan [2]. Oleh karena itu, energi surya merupakan sumber energi alternatif yang memiliki peluang lebih baik untuk memenuhi kebutuhan listrik. Selain ketersediaannya yang berkelanjutan, energi surya juga ramah lingkungan [3].

Seiring berjalannya waktu dan perubahan pola pikir masyarakat, berbagai inovasi dalam pembangkitan energi telah muncul selain PLN (Perusahaan Listrik Negara)[4]. Salah satu terobosan terbaru dalam hal ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menghasilkan energi listrik dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik[5]. Semakin tinggi radiasi matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkan. Energi matahari yang dihasilkan pada siang hari dapat menghemat penggunaan daya berdasarkan pemasangan modul surya, inverter, dan baterai yang tepat serta instalasi standar yang terpasang[6].

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dibagi berdasarkan konfigurasi dan aplikasinya [7]. Secara umum, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dibagi menjadi dua, yaitu PLTS *On-Grid* (sistem PLTS yang terhubung ke jaringan listrik) dan PLTS *Off-Grid* (sistem PLTS yang tidak terhubung ke jaringan listrik)[8]. PLTS Atap *Off-Grid* (*Solar Rooftop / PV Rooftop*) adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya di mana PLTS tidak beroperasi paralel dengan jaringan PLN[9]. Disebut Atap karena panel surya ditempatkan di atap. Selain itu, jika dibandingkan dengan PLTS skala besar, PLTS Atap memiliki keunggulan tersendiri, yaitu dapat mengurangi biaya investasi lahan (memanfaatkan lahan yang sudah ada), lebih mudah dan murah untuk diintegrasikan dengan sistem kelistrikan yang sudah ada, dan dapat mengurangi beban pada jaringan sistem yang sudah ada [1]. Energi Listrik dibutuhkan oleh banyak orang untuk memenuhi berbagai kebutuhan listrik dalam aktivitas sehari-hari. Misalnya, di instansi pemerintah, kantor, sektor pertanian, sektor industri, rumah sakit, tempat ibadah seperti masjid, gereja atau tempat ibadah keagamaan lainnya, rumah tangga dan juga di sektor pendidikan[10]. Baik dalam pendidikan formal seperti di sekolah atau universitas maupun pendidikan non-formal seperti di pesantren.[11] Di pesantren, misalnya, Pesantren Sejahtera, pesantren yang berlokasi di Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara. Salah satu penggunaan energi listrik adalah sebagai sumber energi untuk CCTV (*Closed-Circuit Television*), di mana CCTV memainkan peran yang sangat penting di sektor perumahan dan di sektor pendidikan sebagai alat yang dapat merekam dan memantau aktivitas di sekitar rumah untuk meminimalkan dan mengantisipasi kejahatan yang semakin sering terjadi [3].

Keamanan merupakan aspek penting dalam kehidupan manusia. Sistem pemantauan dalam ruangan telah menjadi hal yang umum saat ini sebagai sarana untuk meningkatkan keamanan di dalam masyarakat[12]. Kamera *Closed-Circuit Television* (CCTV) banyak digunakan, dengan hasil pemantauan ditampilkan di televisi, monitor, dan ponsel pintar. Pengembangan perangkat seluler, seperti ponsel pintar, saat ini sedang berlangsung dan banyak digunakan oleh masyarakat. Portabilitasnya, beragam aplikasi yang tersedia, dan harganya yang terjangkau telah membuat perangkat seluler ini semakin populer. Ponsel pintar dapat digunakan sebagai sistem pemantauan ruangan jarak jauh. Teknologi ini membantu orang menghindari keharusan untuk terus-menerus memantau lokasi tertentu [13].

Melalui aplikasi pemantauan yang terpasang di ponsel pintar, rekaman kamera CCTV dapat dipantau dari jarak jauh, tetapi diperlukan koneksi *internet* yang memadai, seperti Wi-Fi atau paket data operator seluler [14]. Namun, tantangan saat ini dengan CCTV adalah ketergantungannya sepenuhnya pada listrik dari perusahaan listrik negara. Jika listrik padam, CCTV tidak dapat digunakan, yang merugikan pengguna CCTV.

Energi dari sinar matahari atau panel surya merupakan salah satu solusinya. Dengan menggunakan panel surya, energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik [15]. Oleh



Lisensi

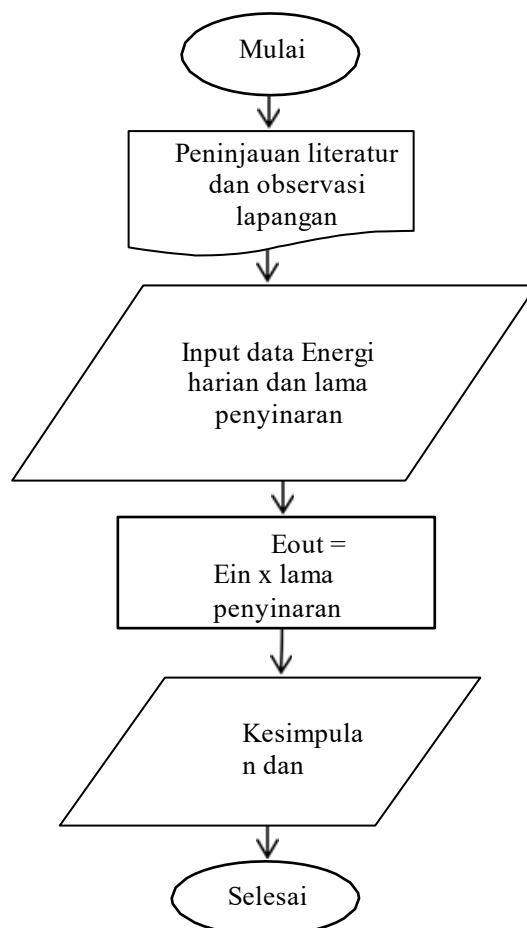
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

karena itu, penulis ingin menerapkan energi terbarukan, khususnya energi surya, sebagai sumber energi utama dalam desain CCTV ini. Energi surya ramah lingkungan dan tidak pernah menghasilkan limbah atau polusi, sehingga sangat layak untuk dikembangkan[16]. Hal ini juga didukung oleh lokasi Indonesia di khatulistiwa, sehingga memudahkan kita untuk mendapatkan sinar matahari yang cukup.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Data dikumpulkan langsung dari Pondok Pesantren Sejahtera di Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan Pengelola Pondok Pesantren Sejahtera. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* untuk keandalan operasional cctv di Pondok Pesantren Sejahtera.

Tahap penelitian awal melibatkan peninjauan literatur dan observasi lapangan terkait masalah yang diteliti. Langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk perencanaan pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* untuk gedung serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera. Data yang dibutuhkan untuk penelitian dan analisis meliputi data radiasi, suhu, total kebutuhan daya listrik, dan data beban untuk mensuplai cctv di pondok Pesantren Sejahtera. Dapat dilihat pada gambar 1. berikut:

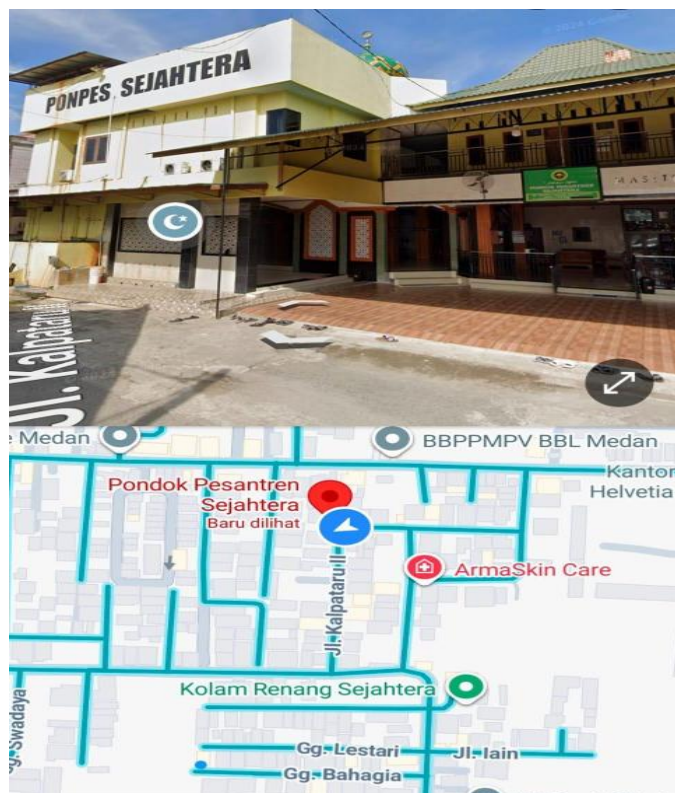


Gambar 1. Flowchard

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Pondok Pesantren Sejahtera dengan titik koordinat Latitude (Garis Lintang) 3.613967, dan Longitude (Garis Bujur) 98.656713 ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Potensi Perencanaan Energi Matahari di Pondok Pesantren Sejahtera

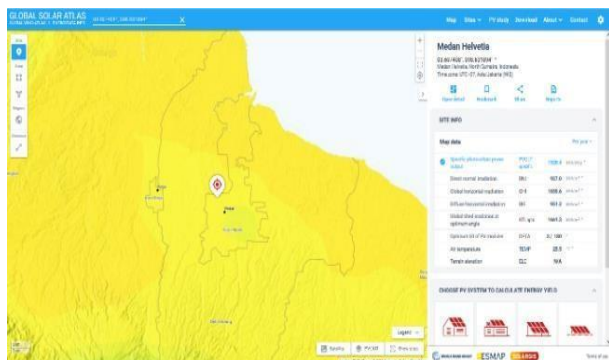
Energi surya memiliki potensi signifikan sebagai sumber energi terbarukan. Data yang diperoleh dari situs web NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) mengenai intensitas radiasi matahari dan suhu regional dapat digunakan untuk menganalisis potensi perencanaan energi surya di pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di Medan, Sumatera Utara. Intensitas radiasi matahari dan suhu regional merupakan parameter penting dalam menentukan potensi daya keluaran PLTS. Data radiasi matahari dan suhu udara diperoleh dari *Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER)* NASA. Nilai iradiasi per satuan luas, atau nilai

iradiasi, dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan tingkat iluminasi atau radiasi energi matahari yang ditangkap oleh panel surya.

Gambar 3. Data Intensitas Radiasi Matahari

Gambar 3 menunjukkan potensi energi surya di Indonesia, khususnya di Kota Medan, Kabupaten Medan Helvetia. Potensi energi surya, berdasarkan gambar di atas, cukup memadai untuk dijadikan patokan perencanaan PLTS sebagai sumber energi.

$$\text{Sun Hour} = \frac{\text{Global Horizontal (Wh/m}^2\text{)}}{1000 \text{ (Wh/m}^2\text{)} \times 365 \text{ Hari}}$$



$$\text{Sun Hour} = \frac{1659,6 \text{ (Wh/m}^2\text{)}}{1000 \text{ (Wh/m}^2\text{)} \times 365 \text{ Hari}}$$

$$\text{Sun Hour} = 4,550 \text{ Hour (4,5 jam)}$$

Total Beban Pemakaian perhari

Analisis beban dilakukan untuk menentukan kebutuhan energi listrik sebagai sumber daya CCTV alternatif di Pondok Pesantren Sejahtera kota Medan. Beban ini mencakup semua perangkat CCTV, alarm, dan Router Wi-Fi. Data penggunaan CCTV dan peralatan pendukung harian ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Total Kebutuhan Energi

No	Beban	Jumlah	Daya (Watt)	Waktu (Hour)	Jumlah Energi (Wh)
1	CCTV	4	3	24 jam	288
2	Wi-Fi	1	6	24 jam	144
Total					432

Kapasitas Modul PV

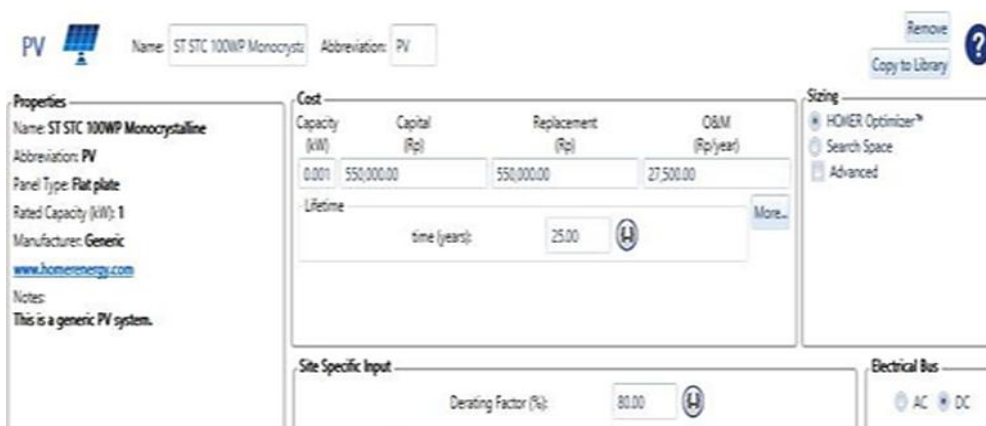
Rata-rata energi matahari yang memancar di permukaan bumi Indonesia berlangsung selama 5 jam, sedangkan radiasi matahari yang cukup di kota Medan berlangsung selama 4,5 jam. Cara menghitung *sel surya* yang akan digunakan adalah dengan membagi jumlah daya dengan 4,5 jam, dan ini akan menghasilkan W_p yang dibutuhkan.

$$\text{Daya Puncak [WP]} = \frac{432 \text{ Wh}}{4,5 \text{ jam}} = 96 \text{ WP}$$

PV Modul yang digunakan sebesar 100 WP



Lisensi Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.



Gambar 4. Bentuk Tampilan Pengaturan Modul PV

Gambar 4 menunjukkan bentuk tampilan jendela yang digunakan untuk menyesuaikan panel surya pada HOMER yang akan digunakan dalam desain sistem pembangkit. Seperti pada Gambar 6, panel surya yang digunakan adalah ST STC 100WP yang terbuat dari Monokristalin dengan kapasitas 100Wp. Harga satu panel adalah Rp. 550.000 dan biaya perawatannya adalah Rp. 27.500. Biaya perawatan adalah biaya operasional dan perawatan panel surya, dihitung sebesar 2% dari total biaya investasi awal daya yang dihasilkan oleh PLTS.

Daya Yang Dibangkitkan PLTS

Output maksimum panel surya dapat ditentukan oleh kapasitas terukur panel surya yang terpasang. Total kapasitas panel surya yang terpasang adalah:

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{\text{Kebutuhan Energi}}{\text{Wp panel} \times \text{Sun Hour}}$$

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{432 \text{ watt}}{100 \text{ Wp} \times 4,5 \text{ Jam}}$$

$$\text{Jumlah Panel} = 0,96 \text{ (} 1 \times 100\text{W} = 100 \text{ Wp.)} = 1 \text{ Panel}$$

Sehingga energi harian maksimum yang dihasilkan PLTS adalah:

$$E_{out} = E_i \times \text{Lama Penyinaran Rata-rata}$$

$$E_{out} = 100 \text{ watt} \times 4,5 \text{ jam}$$

$$E_{out} = 450 \text{ Wh}$$

$$E_{out} = 0,45 \text{ kwh}$$

Dengan energi harian maksimum yang dihasilkan sebesar 0,45 kWh atau 450 Wh, berdasarkan Tabel 1 daya yang digunakan oleh beban per hari, hasil perhitungan ini dapat memenuhi daya yang digunakan oleh beban harian sebesar 438 Wh.

Jumlah Baterai Yang di Perlukan

Sistem tenaga surya ini menggunakan baterai KAYABA dengan spesifikasi 12V 33Ah. Oleh karena itu, jumlah baterai dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

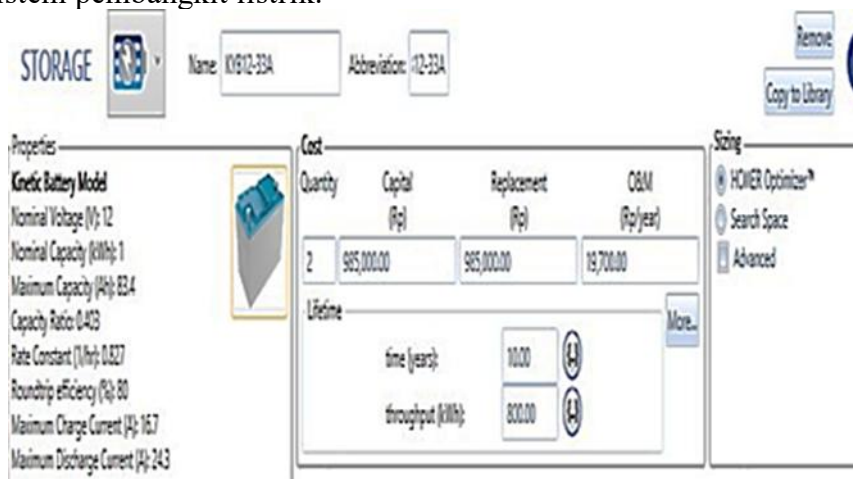


$$\text{Kuantitas Baterai} = \frac{\text{Total Kebutuhan Energi Harian}}{\text{Tegangan Baterai} \times \text{Arus Baterai}}$$

$$\text{Kuantitas Baterai} = \frac{432}{12\text{V} \times 33\text{Ah}}$$

$$\text{Kuantitas Baterai} = 1,09 \text{ (2 buah)}$$

Jadi, jumlah baterai yang dibutuhkan adalah 2 baterai dengan kapasitas 12V 33Ah. Gambar 5 adalah tampilan yang digunakan untuk menempatkan baterai yang akan digunakan dalam mendesain sistem pembangkit listrik.



Gambar 5. Tampilan Pengaturan Baterai pada HOMER

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, baterai yang digunakan adalah KAYABA 12V 33 Ah. Harga satu baterai adalah Rp. 985.000 dan biaya perawatannya adalah Rp. 19.700. Biaya perawatan dihitung sebesar 2% dari total biaya investasi awal.

Kapasitas Inverter

Untuk menentukan kapasitas inverter yang akan digunakan, total beban daya dari semua peralatan listrik yang digunakan harus diketahui. Kapasitas inverter harus lebih besar dari total beban daya. Beban daya yang digunakan adalah 432 W, sehingga akan digunakan satu inverter dengan daya 500 W.

Berikut adalah gambar jendela pengaturan inverter yang akan digunakan dalam mendesain sistem tenaga listrik untuk keandalan CCTV di Pondok pesantren Sejahtera di Kota Medan.



Gambar 6. Tampilan Pengaturan Inverter pada HOMER

Gambar di atas menunjukkan jendela untuk mengatur konverter atau inverter yang akan digunakan dalam mendesain sistem pembangkit. Dalam penelitian ini, inverter yang digunakan adalah Power Inverter 500W. Harga inverter ini adalah Rp. 190.000, dengan biaya perawatan sebesar Rp. 3.800. Biaya perawatan dihitung sebesar 2% dari total biaya investasi awal.

Kapasitas SCC

Untuk mengetahui kapasitas *Solar Charge Controller* (SCC) maka menggunakan perhitungan berikut:

$ISC = \text{Total Daya Panel (Watt)} / \text{Tegangan Baterai (Volt)}$.

$$ISC = 100Wp / 12 \text{ volt}$$

$$ISC = 8,33 \text{ A}$$

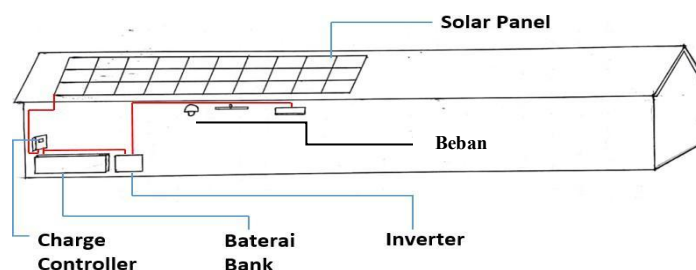
$$SCC = ISC \times \text{Jumlah Panel} \times 125\%$$

$$SCC = 8,33 \text{ A} \times 1\text{Panel} \times 125\%$$

$$SCC = 10,41 \text{ A}$$

Jadi spesifikasi kapasitas SCC yang dibutuhkan adalah SCC yang dapat menerima arus 10,41A dan dapat menerima daya 500W dalam tegangan kerja 12 V. Maka yang digunakan dalam perencanaan ini adalah SCC kapasitas 20A.

Ilustrasi PLTS



Gambar 7. Ilustrasi PLTS



Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* sebagai sumber energi alternatif untuk mendukung keandalan operasional CCTV di Pondok Pesantren Sejahtera sangat layak untuk diimplementasikan. Potensi energi matahari di lokasi penelitian cukup memadai, dengan lama penyinaran rata-rata sekitar 4,5 jam per hari, sehingga mampu memenuhi kebutuhan energi listrik CCTV dan perangkat pendukungnya selama 24 jam. Perencanaan sistem menunjukkan bahwa penggunaan satu modul panel surya dengan kapasitas 100 Wp, dua baterai 12V 33Ah, inverter 500 W, dan pengontrol pengisian daya surya atau *Solar Charger Control* (SCC) dengan kapasitas 20A sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan beban harian sebesar 432 Wh. Selain mampu menjamin kontinuitas pasokan listrik selama pemadaman jaringan PLN, sistem ini juga lebih ramah lingkungan dan ekonomis, sehingga dapat menjadi solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam meningkatkan sistem keamanan berbasis CCTV di pondok pesantren dan fasilitas serupa.

REFERENSI

- [1] Z. Taro, "JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering) Analisis Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap Skala Rumah Tangga Analysis of Household Scale Solar Power Plant Roof Costs," *Jesce*, vol. 3, no. 2, p. 2020, 2020, [Online]. Available: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>
- [2] R. Rahmaniar, A. Junaidi, and R. F. Wijaya, "Renewable Energy Education through Virtual Reality Tours," vol. 14, no. 2, pp. 1642–1649, 2025, doi: 10.18421/TEM142.
- [3] D. Y. Wibowo and R. , Dino Erivianto, "Analisis Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif CCTV Terintegrasi Dengan Smartphone," *J. Electr. Syst. Control Eng.*, pp. 167–186, 2025.
- [4] S. Anisah, Z. Tharo, and A. Kenedy Butar Butar, "Optimization Analysis of Solar and Wind Power Hybrid Power Plant Systems," *Proc. 1st Annu. Dharmawangsa Int. Conf.*, pp. 614–624, 2024.
- [5] A. D. Tarigan, P. Wibowo, A. S. Tarigan, U. P. Pancabudi, J. G. Subroto, and S. S. Medan, "Perancangan Otoped Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Media Transportasi," vol. 2, no. 2, pp. 2–5, 2022.
- [6] S. Aryza, Z. Tharo, and S. Anisah, "Design and Build a Sun Tracking System Using a Fuzzy Logic Controller to Optimize the Output Power of the Solar Cell Module," *Budapest Int. Res. Critics Institute-Journal*, pp. 5142–5154, 2021.
- [7] A. ramadhani *et al.*, "Perencanaan Pembangunan PLTS Off-Grid di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta," pp. 627–636, 2023, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [8] F. Husni, Syukri, Muliadi, and T. M. Asyadi, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Gedung Pasca Sarjana Universitas Iskandar Muda," *Aceh J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–24, 2022.
- [9] E. S. Hasibuan, "PERENCANAAN PLTS ATAP SISTEM ON GRID," 2025.
- [10] E. Susilo and R. Santoso, "Dinamika Sosial dan Partisipasi Masyarakat dalam Proyek Infrastruktur Energi Terbarukan," *J. Sociol. Perkota.*, vol. 9, no. 1, pp. 60–75, 2023.
- [11] W. Ridwan, Z. Tharo, and Rahmaniar, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 9, no. 2, pp. 77–80, 2024, doi: 10.31289/jesce.v6i2.12618.
- [12] B. Suryadi and R. Pratama, "Pentingnya Penerangan Jalan Umum dalam Peningkatan Keamanan Kota," *J. Urban. dan Pembang.*, vol. 5, no. 2, pp. 112–125, 2023.
- [13] A. Andi, Z. Tharo, and D. Lesmana, "Analysis of Solar Panel Design as a Power Source For CCTV at PT. Link NET, TBK," *J. Sci.*, pp. 167–186, 2024.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- [14] M. E. Dalimunthe, Hamdani, and F. A. D. Silaban, “Analysis of Design of Double Layer Biquad Microstrip Antenna for WLAN Application Fernanda,” *international*, pp. 421–428, 2024.
- [15] P. Wibowo, Z. Tharo, and B. Handoko, “RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO DENGAN MEMANFAATKAN ALIRAN IRIGASI DI DESA PADANG CERMIN KABUPATEN LANGKAT,” 2021.
- [16] D. Herliyanso and O. A. Rozak, “Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Sebagai Suplai Daya Listrik Perpustakaan Universitas Pamulang,” *Electrices*, vol. 5, no. 1, pp. 20–29, 2023, doi: 10.32722/ees.v5i1.5612.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.