



Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera

Off-Grid Solar Power Plant Planning at the Multipurpose Building of Sejahtera Islamic Boarding School

Wahyu Ridwan¹⁾, Zuraidah Tharo^{1)*}, Rahmaniar¹⁾

1)Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia

*Corresponding Email: zuraidahtharo@dosen.pancabudi.ac.id

Abstrak

Energi merupakan peranan penting dalam kehidupan sehari-hari, contohnya seperti energi matahari yang merupakan salah satu energi terbarukan yang menjadi energi alternatif untuk menghasilkan listrik. Energi listrik yang dihasilkan bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik. Semakin tinggi radiasi matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkan. Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera merupakan gedung yang dimanfaatkan sebagai tempat berbagai macam kegiatan, baik kegiatan mengaji para santri, seminar membangun karakter para santri ataupun kegiatan kreatifitas yang dapat menumbuhkan skill individu santri. Dengan banyaknya kegiatan tersebut, maka penggunaan energi listrik pun besar setiap harinya. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dibuat Perencanaan Pembangkit Listrik Surya Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada Gedung Serbaguna tersebut. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Pondok Pesantren Sejahtera menggunakan PLTS sistem Off-Grid dengan panel surya berkapasitas 500 Wp sebanyak 30 buah, Baterai tipe LiFePO4 dengan spesifikasi 12V 200Ah, Inverter dengan daya 12.000 W 1 buah dan SCC berkapasitas 500 A. Pada perencanaan PLTS tersebut membangkitkan daya sebesar 10.550 Wp perhari. **Kata Kunci: Off-Grid, Panel Surya, Baterai, Inverter, Solar Charge Controller.**

Abstract

Energy plays an important role in everyday life, for example solar energy which is one of the renewable energies which is an alternative energy for producing electricity. The electrical energy produced comes from solar radiation through the conversion of photovoltaic cells. The higher the solar radiation that hits the photovoltaic cells, the higher the electrical power produced. The Sejahtera Islamic Boarding School Multipurpose Building is a building that is used as a place for various activities, both Koran recitation activities for students, character building seminars for students or creative activities that can develop students' individual skills. With so many activities, the use of electrical energy is large every day. Therefore, in this research, an Off-Grid Solar Power Plant Plan will be made at the Sejahtera Islamic Boarding School Multipurpose Building to meet the electrical energy needs of the Multipurpose Building. Planning for the Solar Power Plant at the Sejahtera Islamic Boarding School uses an Off-Grid PLTS system with 30 solar panels with a capacity of 500 Wp, LiFePO4 type batteries with specifications of 12V 200Ah, 1 inverter with a power of 12,000 W and an SCC with a capacity of 500 A. In the planning of the PLTS generating power of 10,550 Wp per day.

Keywords: Off-Grid, Solar Panels, Battery, Inverter, Solar Charge Controller.



PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari, contohnya seperti energi matahari yang merupakan salah satu energi terbarukan yang menjadi energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik. (Latupono, N. I., Rikumahu, J. J., & Parera, L. M. 2021) Seiring berkembangnya zaman dan perubahan pola pikir masyarakat, muncul berbagai inovasi pembangkit listrik selain PLN. Salah satu yang menjadi terobosan terbaru dalam hal ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). (Ramadhani, A. R. A., Saputra, Y. M. D. E., & Muhamad, A. M. 2023, December)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menghasilkan energi listrik bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik. (Alam, I. F., Azis, A., & Perawati, P. 2023) Semakin tinggi radiasi matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkan. (Latupono, N. I., Rikumahu, J. J., & Parera, L. M. 2021) Energi surya yang dihasilkan di siang hari dapat menghemat penggunaan daya berdasarkan cara pemasangan modul surya, pemasangan inverter yang sesuai dan instalasi standar yang terpasang. (Latupono, N. I., Rikumahu, J. J., & Parera, L. M. 2021)

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dibagi berdasarkan konfigurasi dan aplikasinya. Secara umum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terbagi menjadi dua, yaitu PLTS On-Grid (Sistem PLTS terhubung dengan jaringan) dan PLTS Off-Grid (Sistem PLTS tidak terhubung dengan jaringan). PLTS Rooftop Off-Grid (PLTS Atap / Solar Rooftop / PV Rooftop) adalah sistem pembangkit listrik tenaga matahari dimana PLTS tidak beroperasi paralel dengan jaringan PLN. Dikatakan Rooftop karena panel surya diletakan di atap. (Latupono, N. I., Rikumahu, J. J., & Parera, L. M. 2021) Disamping itu, jika dibandingkan dengan PLTS skala besar, PLTS *Rooftop* memiliki keunggulan tersendiri, yaitu dapat mengurangi biaya investasi lahan (memanfaatkan lahan yang ada), lebih mudah dan murah untuk diintegrasikan dengan sistem kelistrikan yang ada dan dapat mengurangi beban jaringan sistem yang ada. (Tharo, Z., & Hamdani, H. 2020) (Husni, F. H., Syukri, S., Muliadi, M., & Asyadi, T. M. 2022)

Energi listrik sangat dibutuhkan oleh banyak orang untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan listrik dalam kegiatan sehari-hari. Contohnya di instansi-instansi pemerintah, perkantoran, sektor pertanian, sektor industri, rumah sakit, rumah ibadah seperti masjid, gereja atau

pun rumah ibadah agama lain, rumah tinggal dan juga pada sektor pendidikan. Pada sektor pendidikan, energi listrik dibutuhkan untuk kelangsungan berbagai kegiatan yang menggunakan energi setiap harinya. (Herliyanso, D., & Rozak, O. A. 2023) Baik di pendidikan formal seperti di sekolah ataupun universitas dan juga pendidikan nonformal seperti di pondok pesantren. Pada pondok pesantren contohnya pondok pesantren sejahtera, Pondok tersebut berada di kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara. Pondok tersebut memiliki gedung serbaguna. Dimana Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera merupakan gedung yang dimanfaatkan sebagai tempat berbagai macam kegiatan, baik kegiatan mengaji para santri, seminar membangun karakter para santri ataupun kegiatan kreatifitas yang dapat menumbuhkan skill individu para santri. Dengan banyaknya kegiatan tersebut, maka penggunaan energi listrik pun besar setiap harinya. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dibuat Perencanaan Pembangkit Listrik Energi Surya Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera tersebut.

Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera mempunyai luas atap gedung

sekitar 327 m². Atap gedung tersebut akan sangat bermanfaat apabila dijadikan sebagai lahan untuk menghasilkan energi listrik yang bersumber dari cahaya matahari. Oleh karena itu, timbul pemikiran untuk melakukan Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera sebagai sumber alternatif untuk menghasilkan energi listrik dan tidak mengandalkan PLN. (Pasaribu, R. M., & Tharo, Z. (2023)

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Untuk pengumpulan data diambil langsung dari Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera di Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan Provinsi Sumatera Utara. Pengumpulan data dilakukan dengan melalui wawancara terhadap pihak Pengurus Pondok Pesantren Sejahtera. Penelitian ini bertujuan untuk Merencanakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera.

Tahapan penelitian lebih dahulu dengan melakukan studi literatur dan observasi lapangan terkait masalah yang akan diteliti. Selanjutnya mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Pada Gedung Serbaguna

Pondok Pesantren Sejahtera. Adapun data yang dibutuhkan dalam proses penelitian sampai mendapatkan hasil analisis adalah data radiasi, luas atap gedung serbaguna, jumlah kebutuhan daya listrik dan data beban di Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera.

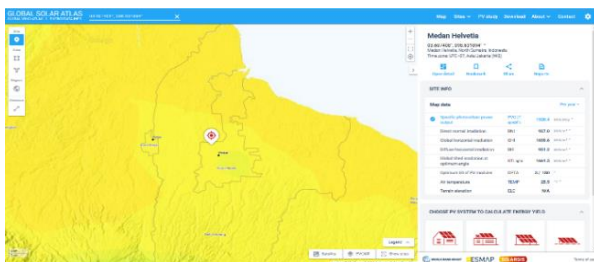
HASIL DAN PEMBAHASAN

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



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara. Penulis menggunakan data radiasi Kecamatan Medan Helvetia melalui aplikasi Globalsolaratlas.com seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Potensi Iradiasi

Gambar 2 Menunjukkan potensi energi surya di Indonesia khususnya daerah Kota Medan, Kecamatan Medan Helvetia. Potensi energi surya berdasarkan Gambar diatas berada pada tingkat yang cukup dijadikan sebagai salah satu patokan untuk menyusun perencanaan PLTS sebagai sumber energi.

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

$$\text{Sun Hour} = \frac{1659.6 \text{ (Wh/m}^2\text{)}}{1000 \text{ (Wh/m}^2\text{)} \times 365 \text{ hari}}$$

$$\text{Sun Hour} = 4.550 \text{ hour}$$

Analisa Luas Atap

Desain atap bangunan dapat berdampak pada jumlah radiasi yang diterima, potensi penyinaran cahaya matahari dan juga lamanya penyinaran dalam satu hari. Maka dibutuhkan parameter ukur yaitu luas atap.

Untuk menentukan luas atap bangunan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Luas Atap} = \text{Panjang Atap} \times \text{Lebar Atap}$$

$$\text{Luas Atap} = 24,6 \text{ m} \times 13,3 \text{ m}$$

$$\text{Luas Atap} = 327,18 \text{ m}^2$$

Jadi luas atap gedung serbaguna pondok pesantren sejahtera yaitu seluas 327,18 m².

Beban Pemakaian perhari

Analisa beban dilakukan bertujuan untuk mengetahui kebutuhan energi listrik yang digunakan pada gedung serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera. Beban tersebut yaitu keseluruhan alat elektronik yang membutuhkan energi listrik dengan PLN sebagai sumber utama. Melalui proses wawancara dengan pengurus pondok pesantren dan pengamatan langsung di lokasi maka data analisa kebutuhan energi listrik gedung serbaguna di tunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Peralatan Listrik dan Total Kebutuhan Energi Harian

Peralatan (Beban)	Jumlah	Daya (W)	Waktu (h)	Total Energi perhari (Wh/kWh)
Lampu R. Utama (LED)	14	30	7	2.940
Lampu K. Mandi	3	20	3	180
Lampu D.K. Mandi (LED)	3	20	7	420
Lampu Teras	5	20	7	700
Lampu R. Kursi (LED)	2	20	1	40
AC 1 pk	1	800	2	1.600
AC 1½pk	4	1200	6	28.800
AC 2 pk	2	1600	2	6.400
Kipas	6	40	7	1.680
Sound System	1	1000	10	10.000
Total				52.760 Wh/51 kWh

Total beban daya peralatan = 10.720

Watt. Total beban daya peralatan harian = 52.760 Wh / 52,8 kWh

Kapasitas PV Modul

$$PV_{area} = \frac{EL}{G_{av} \times \eta_{pv} \times TCF \times \eta_{out}}$$

$$PV_{area} = \frac{52.8 \text{ kWh}}{5.38 \text{ kWh/m}^2 \times 0.21 \times 0.94 \times 0.98}$$

$$PV_{area} = 50.76 \text{ m}^2$$

Daya yang dibangkitkan PLTS

Untuk menghitung daya yang dibangkitkan maka menggunakan rumus:

$$P \text{ Watt Peak} = \text{area array} \times PSI \times \eta_{pv}$$

$$P \text{ Watt Peak} = 50.76 \text{ m}^2 \times 1000^w/\text{m}^2 \times 0.21$$

$$P \text{ Watt Peak} = 10.550 \text{ Wp}$$

Maka daya yang dibangkitkan sistem PLTS Off-Grid ini perharinya adalah sebesar 10.550 Wp.

Jumlah Panel Surya

Dalam menghitung berapa jumlah panel surya yang dibutuhkan, maka diperlukan data beban daya yang digunakan dan kemungkinan terjadinya losses seperti yang dijabarkan pada perhitungan sebagai berikut:

$$E_{losses} = 25\% \times E_{luaran \text{ harian rata-rata}}$$

$$E_{losses} = 25\% \times 52.760$$

$$E_{\text{losses}} = 13.190 \text{ Watt}$$

$$E_{\text{kebutuhan energi}} = E_{\text{beban rata-rata}} + E_{\text{losses}}$$

$$E_{\text{kebutuhan energi}} = 52.760 + 13.190$$

$$E_{\text{kebutuhan energi}} = 65.950 \text{ Watt}$$

Maka dapat dihitung berapa jumlah panel surya yang dibutuhkan. Berdasarkan data radiasi Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara melalui aplikasi Globalsolaratlas.com. Hasil perhitungan bahwa sinar matahari sekitar 4.5 jam perharinya dan ukuran panel surya yang digunakan adalah 500 Wp type Monocrystalline, maka jumlah panel dapat diketahui dengan perhitungan berikut:

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

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{65.950 \text{ Watt}}{500 \text{ Wp} \times 4,5 \text{ jam}}$$

$$\text{Jumlah Panel} = 29,31 = 30 \text{ buah}$$

Jadi Jumlah panel surya yang dibutuhkan adalah 30 buah panel dengan kapasitas 500 Wp.

Jumlah Baterai

Pada sistem PLTS ini menggunakan tipe baterai LiFePO4 dengan spesifikasi 12V 200Ah. Maka jumlah baterai dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kuantitas Baterai} = \frac{\text{Total kebutuhan energi harian}}{\text{Tegangan Baterai} \times \text{Arus Baterai}}$$

$$\text{Kuantitas Baterai} = \frac{65.950}{12\text{V} \times 200\text{Ah}}$$

$$\text{Kuantitas Baterai} = 27,48 = 28 \text{ buah}$$

Jadi Jumlah baterai yang dibutuhkan adalah sebanyak 28 buah baterai dengan kapasitas 12V 200Ah.

Kapasitas Inverter

Untuk mengetahui kapasitas inverter yang akan digunakan maka harus mengetahui total beban daya dari seluruh peralatan listrik yang digunakan. Karena kapasitas inverter harus lebih besar dari total beban daya. Beban daya yang digunakan adalah 10.720 W. Maka inverter yang digunakan inverter dengan daya 12.000 W sebanyak 1 buah inverter.

Kapasitas SCC

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

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

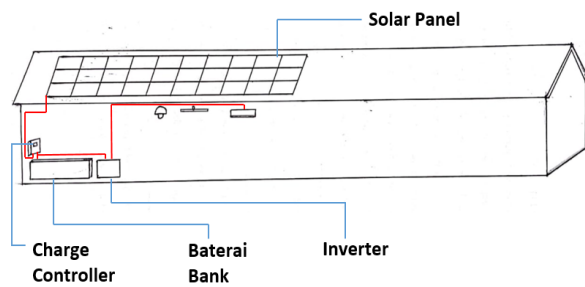
$$\text{SCC} = 12,28 \text{ A} \times 30 \text{ buah} \times 125\%$$

$$\text{SCC} = 460,5 \text{ A}$$

Jadi spesifikasi kapasitas SCC yang dibutuhkan adalah SCC yang dapat menerima arus 460,5 A dan dapat menerima daya 500 W dalam tegangan kerja 12 V. Maka yang digunakan dalam

perencanaan ini adalah SCC kapasitas 500A.

Ilustrasi PLTS



Gambar 3. Ilustrasi PLTS

Gambar di atas merupakan ilustrasi perencanaan PLTS Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Perencanaan PLTS Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera, dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Membutuhkan panel surya berkapasitas 500 Wp sebanyak 30 buah, baterai berkapasitas 12V 200Ah sebanyak 28 buah, Inverter 12.000 W sebanyak 1 buah dan SCC berkapasitas 500 A.
2. Dari hasil perhitungan, didapatkan daya output yang dihasilkan PLTS perhari sebesar 10.550 Wp.

DAFTAR PUSTAKA

Pasaribu, R. M., & Tharo, Z. (2023). Mekanisme Perencanaan Plts Off-Grid Untuk Daya 1300va Pada Rumah Tinggal. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 18(2), 52-58.

Tharo, Z., & Hamdani, H. (2020). Analisis biaya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap

skala rumah tangga. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 3(2), 65-71.

Tharo, Z., Syahputra, E., & Mulyadi, R. (2022). Analysis of Saving Electrical Load Costs With a Hybrid Source of PLN-PLTS 500 Wp. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 4(1), 235-243.

Anisah, S., Tharo, Z., Hamdani, H., & Butar, A. K. B. (2023). Optimization Analysis Of Solar And Wind Power Hybrid Power Plant Systems. *Prosiding Universitas Dharmawangsa*, 3(1), 614-624.

Anisah, S., & Tharo, Z. (2023). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Untuk Rumah Tinggal. Penerbit Tahta Media.

Hamdani, H., Aryza, S., Tharo, Z., & Anisah, S. (2021). Design and Build a Sun Tracking System Using a Fuzzy Logic Controller to Optimize the Output Power of the Solar Cell Module. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, 4(3), 5142-5154.

Latupono, N. I., Rikumahu, J. J., & Parera, L. M. (2021). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya on-Grid Di Atap Gedung Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon. *Jurnal ELKO (Elektrikal dan Komputer)*, 2(2).

Ramadhani, A. R. A., Saputra, Y. M. D. E., & Muhamad, A. M. (2023, December). Perencanaan Pembangunan PLTS Off-Grid di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin (No. 1, pp. 627-636)*.

Herliyanso, D., & Rozak, O. A. (2023). Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Sebagai Suplai Daya Listrik Perpustakaan Universitas Pamulang. *ELECTRICES*, 5(1), 20-29.

Husni, F. H., Syukri, S., Muliadi, M., & Asyadi, T. M. (2022). Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Gedung Pasca Sarjana Universitas Iskandar Muda. *Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology*, 2(1), 19-24.

Pawenary, P., Khairunnisyah, P., & Pradana, A. E. (2022). Analisa Studi Kelayakan Pembangunan PLTS 10 kWp di Graha YPK PLN. *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(3), 160-165.

Suprihartini, Y., Taryana, T., & Soebiantoro, R. (2023). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Offgrid di Hangar Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 20776-20783.

Abbas, M. Y. H., & Sardju, A. P. A. (2022). Perencanaan PLTS Off Grid di Desa Tolonuo Selatan Kecamatan Tobelo Utara Kabupaten Halmahera Utara. *Journal Of Science and Engineering*, 5(1), 33-40.

- Sariman, S., & Akbar, I. A. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Komplek Perumahan Naskah Indah II, Kecamatan Sukarami Palembang. *Syntax Idea*, 4(2), 434-442.
- Alam, I. F., Azis, A., & Perawati, P. (2023). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pompa Irigasi Sawah Di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *JURNAL SURYA ENERGY*, 8(1), 1-11.
- Lee, H. (2023). Perancangan Dan Analisis Finansial Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap Menggunakan Software Pv* Sol Di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) UBT. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 8(1), 22-28.