

OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI DESA KAMPONG PANGLIMA SAMAN, SUBULUSSALAM

Syahrul Arfiansyah¹, Rahmaniar², Muhammad Erpandi Dalimunthe³

syahrul2671@gmail.com¹, rahmaniar@dosen.pancabudi.ac.id², erpandi@dosen.pancabudi.ac.id³

Universitas Pembangunan Pancabudi

ABSTRAK

Studi ini mengeksplorasi cara terbaik untuk optimalisasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dalam menghadapi situasi cuaca ekstrim seperti hujan deras, banjir, dan lokasi yang jauh dari tempat tinggal. Fokus utama penelitian ini adalah untuk menemukan solusi teknis dan metode perencanaan yang dapat meningkatkan efisiensi dan konsistensi PLTS di lingkungan yang menantang. Metode penelitian meliputi studi lapangan untuk mengukur kebutuhan energi di wilayah terpencil dan analisis data cuaca untuk mengukur bagaimana hujan dan banjir mempengaruhi kinerja panel surya. Simulasi dilakukan untuk menilai berbagai konfigurasi sistem PLTS, termasuk penggunaan material tahan air dan teknologi penyimpanan energi yang lebih canggih. Selain itu, penelitian ini melihat desain sistem yang memungkinkan pemeliharaan di lokasi yang jauh dari pemukiman dan mengurangi gangguan cuaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terlepas dari cuaca ekstrem seperti hujan deras dan banjir dapat mempengaruhi kinerja panel surya, penggunaan teknologi pelindung, pemilihan lokasi pemasangan yang tepat, dan sistem penyimpanan energi yang memadai dapat mengurangi dampak negatif tersebut. Desain sistem yang fleksibel dan adaptif terhadap perubahan cuaca juga terbukti meningkatkan efisiensi operasional. Temuan ini memberikan panduan praktis untuk implementasi PLTS di daerah yang menghadapi tantangan lingkungan serupa, memastikan bahwa sistem tetap berfungsi secara optimal dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Desa Kampong Panglima Saman.

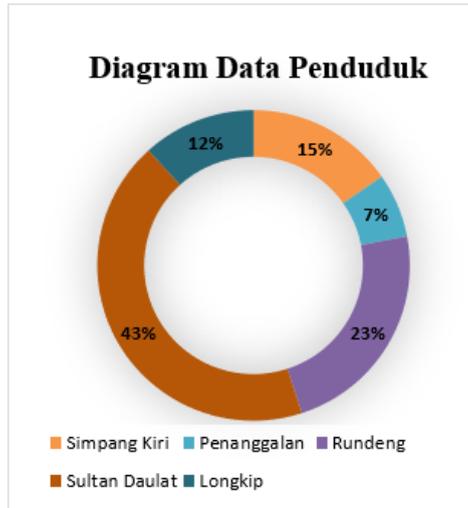
PENDAHULUAN

Tidak ada alasan bagi Indonesia untuk khawatir tentang kekurangan energi karena sumber daya energinya melimpah. Tujuan setiap negara adalah untuk menjaga keberlangsungan stok energi mereka dengan memaksimalkan pemanfaatan sumber energi terbarukan. Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional adalah salah satu contoh upaya untuk menjaga keamanan pasokan energi negara kita.

Energi panas bumi, surya, angin, air, dan biomassa adalah contoh energi terbarukan yang banyak digunakan. Namun, meskipun Indonesia memiliki sumber daya energi terbarukan yang memadai, seperti energi angin dan matahari, kebanyakan pembangkit listrik masih bergantung pada energi fosil. Oleh karena itu, saya ingin menggunakan energi matahari untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan (Ilmiah & Teknik, 2012).

Adapun lokasi yang menjadi fokus utama saya adalah Perkebunan kelapa sawit yang terletak didesa di Desa Kampong Panglima Saman, Desa Kampong Panglima Saman secara geografis terletak antara 02027' – 03000' Lintang Utara dan 97045'-98010' Bujur Timur dengan luas daerah 1.391 km². Secara administrasi kota Subulussalam, yang terdiri dari 5 kecamatan, dengan batas wilayah kabupaten yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.

Gambar 1 Diagram data penduduk di Kota Subulussalam



([https://subulussalamkota.bps.go.id./](https://subulussalamkota.bps.go.id/))

Tabel 1 Data kecamatan yang ada di Kota Subulussalam

Kecamatan District	Ibukota Kecamatan Capital of District	Luas Total Area (km ² /sq.km)
Simpang Kiri	Subulussalam	213
Penanggalan	Penanggalan	93
Rundeng	Pasar Runding	320
Sultan Daulat	Jambi Baru	603
Longkip	Darul Aman	163
Subulussalam	Subulussalam	1391

([https://subulussalamkota.bps.go.id./](https://subulussalamkota.bps.go.id/))

Perkebunan kelapa sawit yang terletak jauh dari permukiman warga sering kali menghadapi tantangan dalam memenuhi kebutuhan energi yang stabil dan terjangkau. Kendala ini diperparah oleh kondisi geografis yang terpencil serta eksposur terhadap cuaca ekstrem seperti hujan lebat atau pola angin yang tidak menentu. Di sisi lain, perkebunan kelapa sawit umumnya memiliki lahan yang luas dan terbuka, yang sangat cocok untuk pemanfaatan energi surya yang efisien dan ramah lingkungan (Aji et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi strategi optimal dalam mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di perkebunan kelapa sawit. Fokus utama adalah mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan dalam memilih teknologi dan lokasi yang tepat untuk PLTS. Dengan memaksimalkan potensi energi matahari yang tersedia dan mengintegrasikannya secara efektif dengan infrastruktur yang ada, diharapkan dapat meningkatkan kemandirian energi perkebunan dan mengurangi dampak lingkungan negatif dari penggunaan bahan bakar fosil (Dzulfikar & Broto, 2016).

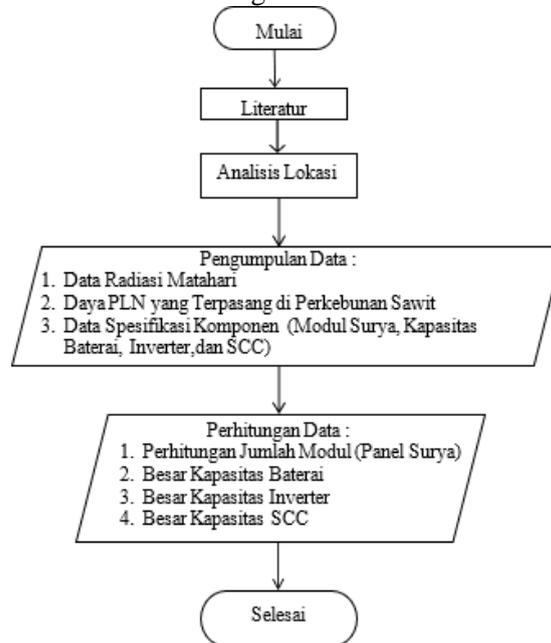
METODE PENELITIAN

Metode penelitian untuk optimalisasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di perkebunan kelapa sawit yang jauh dari permukiman yang terletak di Desa Kampung Panglima Saman, Subulussalam. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini di dapatkan dari pemilik kebun, yaitu beban listrik yang digunakan pada Perkebunan, besar iradiasi matahari, data spesifikasi komponen PLTS yang digunakan, seperti modul surya, inverter, scc, dan baterai.

1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian (flowchart) pada gambar 2 berikut.

Gambar 2 Diagram Alir Penelitian



2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah jenis sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi matahari sebagai sumbernya. PLTS biasanya terdiri dari panel surya yang mengumpulkan energi matahari dan mengubahnya menjadi listrik, yang dapat digunakan di rumah atau bisnis serta perangkat tambahan seperti inverter. PLTS adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang ramah lingkungan dan semakin populer sebagai alternatif untuk menurunkan biaya Listrik. Adapun komponen utama pada PLTS yaitu :

a. Panel Surya

Panel surya, atau modul fotovoltaik, adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Modul ini terdiri dari beberapa sel fotovoltaik yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon. Ketika sel-sel ini terkena sinar matahari, mereka menghasilkan aliran listrik melalui proses yang disebut efek fotovoltaik.

Untuk meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya, panel surya biasanya dipasang di atap bangunan atau area terbuka yang mendapatkan paparan langsung sinar matahari. Energi listrik dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti mengisi rumah atau memberi daya pada perangkat atau sistem yang lebih besar..

b. Inverter

Inverter adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah arus DC dari sel surya dan baterai menjadi arus AC dengan tegangan 40 Volt yang kemudian akan digunakan pada listrik komersial seperti lampu dan televisi. Alat ini diperlukan PLTS karena menyangkut instalasi kabel yang banyak dan panjang. Apabila beban bukan untuk instalasi rumah, misalnya hanya untuk menghidupkan satu lampu atau alat dengan voltase 12 Volt direct current (VDC) dan tidak menggunakan kabel yang panjang seperti penerangan jalan umum, inverter tidak diperlukan.

Inverter dibedakan menjadi 2 menurut penggunaannya diantaranya

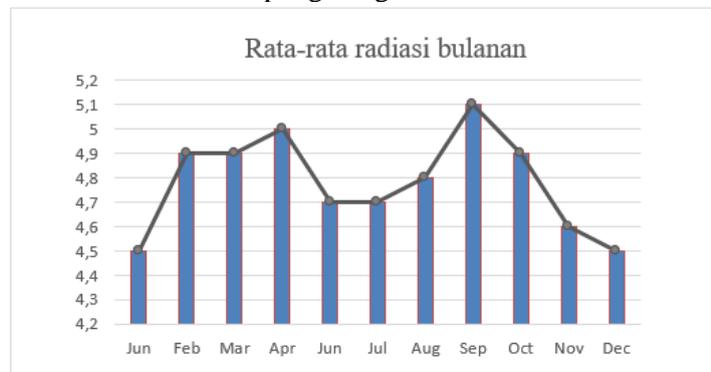
c. SCC

Solar Charge Controller (SCC) adalah alat yang berfungsi untuk mengatur proses pengisian baterai dari panel surya ke dalam akumulator (aki) dan mengelola penggunaan energi dari baterai untuk beban seperti inverter, lampu, TV, dan sebagainya. Dengan adanya solar charge controller, energi yang dihasilkan oleh panel surya akan secara otomatis dialirkan ke baterai dan menjaga kondisi baterai tetap optimal. Selain itu, energi dari panel surya juga bisa langsung digunakan melalui SCC.

3. Radiasi Matahari

Data yang digunakan sebagai sumber informasi radiasi matahari di Desa Kampong Panglima Saman. Data diperoleh dengan memasukkan letak koordinat Desa Kampong Panglima saman di website Badan Pusat Statistik Kota Subulussalam). Data yang didapat dari Badan Pusat Statistik memiliki tingkat keakuratan berkisar antara 6-12%. Rata-rata radiasi matahari di daerah ini adalah 595kWh/m²/hari. Clearness index di Daerah ini cukup baik, variasi intensitas radiasi bulanan juga sangat kecil.

Gambar 3 Rata-rata radiasi bulanan pada permukaan horizontal di Desa Kampong Panglima Saman



(<https://subulussalamkota.bps.go.id>.)

Lokasi tersebut berada di Perkebunan Kelapa Sawit dengan kontur datar, merupakan lahan milik desa yang saat ini kondisinya merupakan lahan Perkebunan. Jarak dari rumah penduduk terdekat 2 Kilo Meter. Sehingga berdasarkan kriteria yang ditetapkan, lokasi tersebut cocok untuk lokasi PLTS. Lokasi rencana PLTS di Kampong Panglima Saman, Subulussalam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Energi dan Konfigurasi Sistem

Berdasarkan kebutuhan energi sebesar 2,410 watt, dengan detail peralatan Listrik sebagai berikut: memiliki 4 lampu biasa, dan 1 televisi, 1 kipas angin, 1 Rice Cooker. Beban daya yang digunakan adalah 595 watt Berikut konfigurasi sistem PLTS yang digunakan. serta perkiraan kebutuhan energi harian untuk tambak udang dapat ditampilkan pada table 2 berikut.

Tabel 2 Peralatan Listrik dan Total Kebutuhan Energi Harian (kWh)

Alat (Beban)	Listrik	Jumlah	Daya (W)	Lama Pemakaian	Total Energi (Wh/kWh)	Perhari
Lampu biasa		4	20 watt	12 jam	960 Wh / 0,96 kWh	
Televisi		1	80 watt	2 jam	160 Wh / 0,16 kWh	
Kipas Angin		1	100 watt	5 jam	500 Wh / 0,50 kWh	
Rice Cooker		1	395 watt	2 jam	790 Wh / 0,79 kWh	
Total					2,410 Wh / 2,41 kWh	

Untuk menghitung jumlah kebutuhan energi adalah sebagai berikut:

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

$$= 25\% \times 2,410$$

$$= 602,5 \text{ watt}$$

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

$$= 2,410 + 602,5$$

$$= \mathbf{3,012 \text{ watt}}$$

Jumlah panel surya

Maka dapat dihitung jumlah modul surya yang akan digunakan. Indonesia sebagai negara beriklim tropis dengan paparan sinar matahari sekitar 8 jam per harinya. dan ukuran modul photovoltaic yang digunakan adalah 100 Wp tipe polycrystalline, maka jumlah panel dapat diketahui dengan perhitungan berikut :

$$\text{Jumlah modul} = \frac{\text{Kebutuhan energi}}{\text{Wp Panel} \times \text{Jam Matahari}}$$

$$= \frac{3,012}{100 \text{ Wp} \times 4 \text{ jam}}$$

$$= 7,53$$

= 8 modul jika dibulatkan sebelumnya menggunakan 4 modul dengan kapasitas 400 Wp. Jadi, panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi daya beban perhari nya adalah 8 unit modul surya dengan kapasitas 100 Wp.

Gambar 4 Teknik Pemasangan Panel Surya pada PLTS di Kampong Panglima Saman



Jumlah baterai

Integrasi 7 baterai dengan tegangan 12 volt 40 Ah membantu dalam penyimpanan energi surya yang dihasilkan untuk digunakan saat matahari tidak bersinar. Baterai pada sistem PLTS ini menggunakan tipe baterai lifepo4 dengan spesifikasi 12V 40 Ah. Dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

$$= \frac{3,012}{(12 \text{ V} \times 40 \text{ Ah})}$$

$$= 6,2$$

Jadi, jumlah baterai yang diperlukan adalah **7 buah baterai.**

Inverter:

Untuk mengetahui inverter yang dipakai harus melihat total beban daya seluruh peralatan listrik yang digunakan. Beban daya yang digunakan adalah 595 watt. Sehingga inverter yang dipakai harus lebih besar, yaitu inverter dengan daya 1.000 watt. Jadi inverter yang digunakan **sebanyak 1 unit dengan kapasitas 1000 watt.** Inverter 1000 watt berperan dalam mengubah energi DC yang dihasilkan oleh panel surya menjadi AC yang dapat digunakan untuk keperluan listrik di perkebunan.

Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller (SCC) Sebagai pengontrol arus atau tegangan keluaran dari panel surya untuk pengaturan arus dan tegangan pengisian, serta mencegah overcharging baterai berlebihan yang dapat merusaknya. Berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned} \text{SCC} &= \text{ISC} \times \text{Jumlah Panel} \\ &= 12,28 \text{ A} \times 8 \\ &= 98,24 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka jumlah Solar Charge Controller (SCC) yang digunakan yaitu berkapasitas 100

KESIMPULAN

1. Potensi Energi Surya di Desa Kampong Panglima Saman memiliki potensi energi surya yang cukup baik berkat kondisi geografis yang terbuka dan paparan sinar matahari yang memadai.
2. Implementasi PLTS dapat mengurangi biaya energi jangka panjang dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.
3. Sehari diasumsikan sel surya mendapatkan energi selama 6-7 jam, dari timur ke barat (180 derajat) di karenakan dampak dari cuaca setiap sorenya, oleh karna itu panel tidak dapat menerima energi panas mata hari yg optimal.
4. Dengan implementasi sistem PLTS yang efektif, Desa Kampong Panglima Saman dapat meningkatkan kemandirian energi, mengurangi dampak lingkungan negatif, dan mendukung pembangunan berkelanjutan di kawasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, E. P., Wibowo, P., & Windarta, J. (2022). Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(1), 15–27.
- Anisah, S., & Tarigan, A. D. (2023). Planning of On-Grid Rooftop Solar Power Plant as an Environmentally Friendly Alternative Energy Source. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 6(1), 503-510.
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH TANGGA. SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76. <https://doi.org/10.21009/0305020614>
- Green, M. A., Emery, K., Hishikawa, Y., Warta, W., & Dunlop, E. D. (2015). Solar cell efficiency tables (Version 45). *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 23(1), 1–9. <https://doi.org/10.1002/pip.2573>
- Handani, GPC, Gumilang, BS, & Zuroida, A. (2022). Design of a Solar Power Plant (PLTS) for Power Supply for an Automatic Fish Feeding System. *Journal of Electrical Systems*, 9(3), 183-187.
- Ilmiah, J., & Teknika, S. (2012). Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya (Renewable Energy Optimization of Electrical Power Generation toward the Energy Self-Sufficient Village in Margajaya) (Vol. 15, Issue 1).
- Kristyadi, T., & Arfianto, T. (2021). Optimasi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Wilayah Pulau Terluar. *Infotekmesin*, 12(2), 167–174. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v12i2.672>
- Kumar, M., & Kumar, A. (2017). Performance assessment and degradation analysis of solar photovoltaic technologies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 554–587. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2017.04.083>
- Nurrohim, A. (2013). PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID SEBAGAI SOLUSI KELISTRIKAN DI DAERAH TERPENCIL. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 14(2).
- Pasaribu, R. M., & Tharo, Z. (2023). Planning Mechanism of Off-Grid Solar Power Plant for 1300va

- Power in Residential Houses. *E-Link: Journal of Electrical Engineering and Informatics*, 18(2), 52-58.
- Radwitya, E., & Chandra, Y. (2020). Planning for Plts on Grid Equipped with Ats Panels at the Ketapang State Polytechnic Electrical Engineering Laboratory. *J. Electr. Power, Instrum. Controls. Tech. Pamulang ElectroUniversity*, 3(1), 52-58.
- Rahmaniar, R., Junaidi, A., & Sinaga, J. A. S. (2023). SHADING SIMULATION ANALYSIS OF 5.348 WP ON-GRID SOLAR POWER PLANT. *PROSIDING UNIVERSITAS DHARMAWANGSA*, 3(1), 264-273.
- Rahmaniar, R., Junaidi, A., Salman, R., & Rambey, J. S. (2021, August). STUDI FUNDAMENTAL SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CALCULATION (S-SCC) 14 BUS IEEE-POWER SYSTEMS. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)* (Vol. 4, No. 1, pp. 182-187).
- Rahmaniar, R., Khairul, K., Junaidi, A., & Sari, DK (2023). Analisis Pengaruh Bayangan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Menggunakan Teknologi Simulasi Helioskop di Desa Palipi. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 9 (1), 75-83.
- S. Putra, C. Rangkuti, and J. Teknik Mesin, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal," *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2016.
- Sariman, S., & Akbar, IA (2022). Planning for a Solar Power Plant at the Mansak Indah II Housing Complex, Sukarami District, Palembang. *Idea Syntax*, 4(2), 434-442.
- T. A. Soewarto, "Optimalisasi Beban Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid 2000Wp," vol. 5, pp. 298–300, 2020.
- Tharo, Z., Hamdani, H., Andriana, M., & Kusuma, B. S. (2022, March). Planning of Solar Power Plants as a Power Supply for Shimizu Ps-128 Bit Water Pump. In the *National Seminar on Social Sciences and Halal Technology* (pp. 48-52).