

ANALISIS PERANCANGAN PLTS ATAP OFF GRID DI DELI HOMESTAY

OFF GRID ROOFTOP PLTS DESIGN ANALYSIS AT DELI HOMESTAY

Ferdy Haykal Pradito¹, Zuraidah Tharo², Siti Anisah³

^{1,2,3} Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

Email: ferdy.haykal130102@gmail.com,

zuraidahtharo@dosen.pancabudi.ac.id, sitianisah@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the design of an off-grid rooftop Solar Power Plant (PLTS) system at Deli Homestay. The off-grid rooftop solar system is an alternative solution to address the limitations of electricity supply from the main grid and reduce dependence on fossil energy. The design process involves analyzing daily energy needs, solar panel capacity, storage batteries, and other supporting components. The methods used include field surveys, energy requirement calculations, and system design simulations using relevant software. The results show that the off-grid solar power system can provide sufficient electricity supply to meet the operational needs of Deli Homestay, with high energy efficiency and low carbon emissions. Additionally, this system is expected to serve as a model for renewable energy development in the local tourism sector. Therefore, the implementation of an off-grid rooftop solar system at Deli Homestay not only supports environmental sustainability but also offers long-term economic benefits.

Keywords: rooftop solar power, off-grid, renewable energy, homestay, system design.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap dengan konfigurasi off-grid di Deli Homestay. Sistem PLTS atap off-grid merupakan solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan pasokan listrik dari jaringan utama serta mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Dalam perancangan ini, dilakukan analisis kebutuhan energi harian, kapasitas panel surya, baterai penyimpanan, serta komponen pendukung lainnya. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, perhitungan kebutuhan energi, dan simulasi desain sistem menggunakan perangkat lunak yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem PLTS off-grid mampu menyediakan suplai listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan operasional Deli Homestay dengan efisiensi energi yang tinggi dan emisi karbon yang rendah. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat menjadi model pengembangan energi terbarukan di sektor pariwisata lokal. Dengan demikian, penerapan PLTS atap off-grid di Deli Homestay tidak hanya mendukung kelestarian lingkungan tetapi juga memberikan keuntungan ekonomi dalam jangka panjang.

Kata kunci: PLTS atap, off-grid, energi terbarukan, homestay, perancangan sistem.

Pendahuluan

Peningkatan permintaan energi global telah memicu pencarian alternatif sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu solusi yang semakin populer adalah penggunaan energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS menjadi opsi yang menarik karena ketersediaan energi matahari yang melimpah, terutama di negara-negara beriklim tropis seperti Indonesia. Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem PLTS kini dapat diaplikasikan dalam dua

konfigurasi utama, yaitu sistem on-grid dan off-grid. Sistem off-grid menjadi pilihan yang ideal bagi wilayah-wilayah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional atau bagi entitas yang ingin mandiri dari jaringan listrik utama.

Deli Homestay, yang berlokasi di daerah pedesaan dengan akses terbatas terhadap jaringan listrik yang stabil, berpotensi untuk menerapkan sistem PLTS atap off-grid. Selain untuk memenuhi kebutuhan energi secara mandiri, penerapan PLTS di sektor pariwisata seperti homestay dapat memberikan nilai tambah dalam hal keberlanjutan

lingkungan, serta menarik wisatawan yang peduli terhadap pelestarian alam. Penggunaan PLTS juga dapat mengurangi jejak karbon dan ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang selama ini menjadi sumber utama energi listrik di Indonesia.

Meskipun manfaat PLTS sudah dikenal luas, perancangan sistem PLTS off-grid memerlukan analisis yang cermat, termasuk dalam hal penentuan kebutuhan energi, kapasitas penyimpanan, serta efisiensi sistem secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perancangan sistem PLTS atap off-grid yang dapat diimplementasikan di Deli Homestay. Studi ini diharapkan dapat memberikan panduan teknis yang bermanfaat bagi pengelola homestay dan entitas lain yang ingin beralih ke penggunaan energi terbarukan, khususnya dalam konteks daerah yang tidak terjangkau jaringan listrik utama.

Sistem off-grid

Sistem off-grid adalah sistem pembangkit listrik yang beroperasi secara mandiri tanpa terhubung ke jaringan listrik utama (grid). Sistem ini dirancang untuk menyediakan pasokan listrik secara independen, terutama di daerah yang tidak memiliki akses ke jaringan listrik umum atau di tempat-tempat yang membutuhkan sumber daya listrik yang stabil tanpa bergantung pada pasokan eksternal. Sistem off-grid biasanya menggunakan sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya, untuk menghasilkan listrik, dan sering dilengkapi dengan penyimpanan energi dalam bentuk baterai untuk memastikan pasokan listrik yang berkelanjutan.

Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang komponen utama dan cara kerja sistem off-grid:

1. **Panel Surya (Solar Panel)**
Panel surya berfungsi untuk menangkap energi dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Panel surya adalah komponen utama dalam sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga

Surya) off-grid karena merupakan sumber utama energi.

2. **Pengontrol Pengisian (Charge Controller)**

Pengontrol pengisian digunakan untuk mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai. Komponen ini memastikan bahwa baterai diisi dengan efisien dan mencegah overcharging yang dapat merusak baterai. Pengontrol ini juga berfungsi untuk menghentikan pengisian ketika baterai sudah penuh dan mencegah pengosongan baterai secara berlebihan.

3. **Baterai Penyimpanan**

Salah satu elemen kunci dalam sistem off-grid adalah baterai penyimpanan. Energi listrik yang dihasilkan dari panel surya disimpan dalam baterai agar dapat digunakan saat matahari tidak bersinar, seperti pada malam hari atau saat cuaca mendung. Jenis baterai yang umum digunakan adalah baterai lithium-ion atau lead-acid, tergantung pada kebutuhan dan anggaran.

4. **Inverter**

Inverter adalah perangkat yang mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya dan disimpan di baterai menjadi arus bolak-balik (AC), yang merupakan jenis listrik yang digunakan oleh sebagian besar peralatan listrik di rumah tangga atau fasilitas komersial.

5. **Beban Listrik**

Beban listrik mencakup semua peralatan yang menggunakan listrik, seperti lampu, alat elektronik, pompa air, dan lainnya. Sistem off-grid harus dirancang agar mampu memenuhi kebutuhan beban listrik yang dipakai selama operasi.

Keunggulan Sistem Off-Grid:

- **Kemandirian Energi:** Sistem ini tidak tergantung pada jaringan listrik utama sehingga sangat bermanfaat di daerah terpencil yang tidak

terjangkau jaringan listrik.

- Pengurangan Emisi Karbon: Dengan menggunakan sumber energi terbarukan seperti matahari, sistem off-grid mengurangi jejak karbon dan ketergantungan pada bahan bakar fosil.
- Daya Tahan Listrik: Sistem off-grid dapat tetap berfungsi meski jaringan listrik utama mengalami pemadaman.

Keterbatasan Sistem Off-Grid:

- Biaya Awal yang Relatif Tinggi: Perancangan dan instalasi sistem off-grid, terutama baterai penyimpanan, dapat memerlukan biaya investasi awal yang cukup besar.
- Keterbatasan Penyimpanan Energi: Kapasitas penyimpanan baterai membatasi jumlah energi yang dapat disimpan, sehingga jika terjadi cuaca mendung berkepanjangan, pasokan listrik mungkin tidak mencukupi tanpa perhitungan yang tepat.
- Perawatan dan Penggantian Komponen: Komponen seperti baterai memerlukan perawatan berkala dan memiliki umur terbatas, sehingga perlu diganti setelah beberapa tahun.

Secara keseluruhan, sistem off-grid sangat bermanfaat di daerah yang jauh dari jaringan listrik atau di tempat-tempat yang membutuhkan kemandirian listrik penuh. Sistem ini harus dirancang dengan hati-hati agar dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan kebutuhan energi yang diinginkan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi lapangan dan simulasi untuk menganalisis perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap off-grid di Deli Homestay. Metode ini melibatkan beberapa tahapan, yaitu:

1. Survei Lokasi dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dilakukan survei lapangan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan kondisi geografis, intensitas radiasi matahari, serta kebutuhan energi harian di Deli Homestay. Data tersebut diperoleh melalui:

- a. Pengukuran langsung di lokasi menggunakan alat pengukur radiasi surya.
- b. Wawancara dengan pengelola homestay untuk mengidentifikasi jenis dan jumlah peralatan listrik yang digunakan, serta pola konsumsi listrik harian.
- c. Studi literatur terkait profil radiasi matahari di daerah penelitian berdasarkan data BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) atau sumber terpercaya lainnya.

2. Perhitungan Kebutuhan Energi

Berdasarkan data yang diperoleh dari survei, dilakukan perhitungan kebutuhan energi listrik harian Deli Homestay. Perhitungan ini mencakup estimasi total energi yang dibutuhkan oleh perangkat listrik di homestay, seperti pencahayaan, peralatan dapur, alat elektronik, dan sistem ventilasi. Rumus perhitungan kebutuhan energi adalah sebagai berikut:

$$E = P \times t \quad (1)$$

di mana:

E adalah kebutuhan energi harian (Wh),

P adalah daya perangkat (W),

t adalah durasi penggunaan per hari (jam).

3. Desain Sistem PLTS Off-Grid

Setelah kebutuhan energi diketahui, dilakukan perancangan sistem PLTS off-grid. Proses desain melibatkan:

- a. **Penentuan Kapasitas Panel Surya:** Menghitung kapasitas total panel surya yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan energi harian dan faktor cuaca. Faktor efisiensi panel surya juga

dipertimbangkan dalam perhitungan ini.

b. **Perhitungan Kapasitas Baterai:** Berdasarkan konsumsi energi harian dan durasi penyimpanan yang diinginkan (misalnya, cadangan listrik selama 2-3 hari), ditentukan kapasitas baterai yang ideal untuk menyimpan energi.

c. **Pemilihan Inverter:** Menentukan kapasitas inverter yang diperlukan untuk mengonversi listrik DC dari panel surya menjadi listrik AC yang dapat digunakan oleh peralatan listrik di homestay.

d. **Komponen Tambahan:** Pemilihan komponen tambahan seperti charge controller, kabel, dan perangkat perlindungan sistem juga diperhitungkan untuk memastikan keamanan dan efisiensi sistem.

4. **Analisis Ekonomi dan Lingkungan**

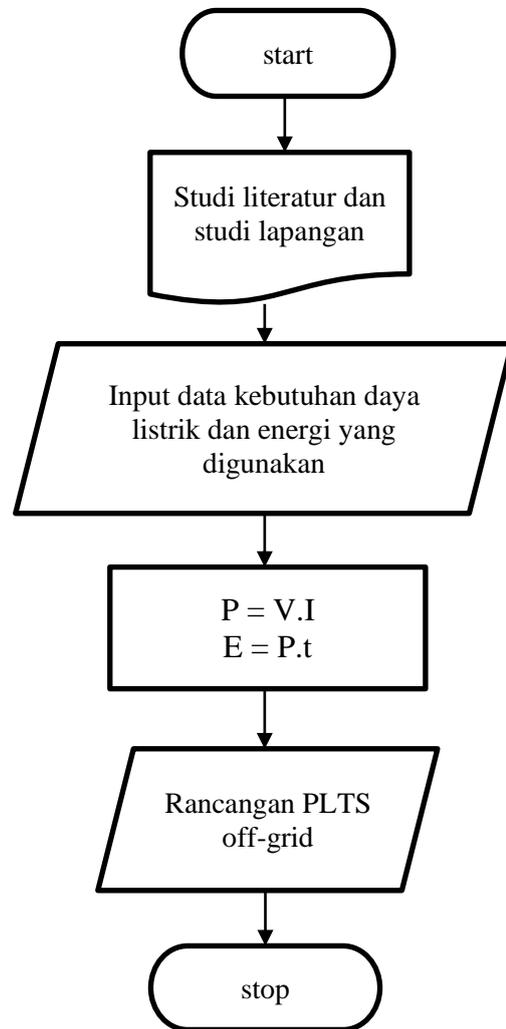
Setelah simulasi selesai, dilakukan analisis ekonomi untuk mengevaluasi biaya investasi, biaya operasional, dan estimasi penghematan yang diperoleh dari penggunaan PLTS off-grid. Analisis ini juga mempertimbangkan masa pengembalian investasi (payback period). Selain itu, dilakukan analisis lingkungan untuk mengukur dampak pengurangan emisi karbon yang dihasilkan dari beralihnya sumber energi konvensional ke energi surya.

5. **Kesimpulan dan Rekomendasi**

Hasil dari analisis desain, simulasi, serta evaluasi ekonomi dan lingkungan digunakan sebagai dasar untuk menyusun kesimpulan dan rekomendasi. Kesimpulan ini akan memberikan panduan tentang kelayakan penerapan PLTS atap off-

grid di Deli Homestay serta peluang untuk replikasi di lokasi lain.

Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada flowchart di bawah ini:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Tahapan penelitian lebih dahulu dengan melakukan observasi lapangan dan studi literatur terkait masalah yang akan diteliti. Selanjutnya mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam perhitungan kebutuhan daya dan energi yang digunakan selanjutnya melakukan analisis data untuk memperoleh desain yang efektif. Ilustrasi gambar perancangan PLTS Atap terlihat sebagai berikut:



Gambar 2. Ilustrasi PLTS Atap Off-Grid

Dispenser royal	1	190	24	4560
Dispenser miyako	3	420	24	30.240
Total				510.277
23.998 watt				Wh/ 510kW h

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Peralatan (Beban)	Jumlah	Daya (W)	Waktu (h)	Total Energi perhari (Wh/kWh)
Lampu R. Utama LED Downlight	7	13	24	2.184
Lampu seluruh Kamar Tidur LED Downlight	70	13	24	21.840
Lampu Toilet Umum LED Downlight	2	13	24	624
Lampu Kamar mandi seluruh Kamar Tidur LED Downlight	35	13	3	1.365
Lampu depan (parkir) LED Essential	15	5	12	900
Lampu Koridor LT1-5 LED Downlight	25	13	24	7.800
AC 1 pk(Lobby reception)	1	700	18	12.600
AC ½pk(kamar tidur)	35	380	24	319.200
Tv kamar tamu 32inc	35	60	20	42.000
Tv lobby 55inc	1	100	15	1.500
Kipas angin dinding	1	30	10	300
Monitor komputer	1	16	24	384
Pc komputer	1	250	24	6.000
Monitor cctv	1	16	24	384
DVR cctv	1	24	24	576
Cctv ruangan	16	20	24	7.680
Wifi Lt 1-4	4	75	24	72.000
Kulkas softcase polytron	1	190	24	4.560
Kulkas softcase GEA	1	220	24	5.280
Microwave DELIZIA	1	1.000	1	1.000
Kompur listrik	1	2.100	1	2.100

Pembahasan

1. Kebutuhan Energi Harian

Berdasarkan data yang diperoleh, total kebutuhan energi harian Deli Homestay, dengan kapasitas penuh 35 kamar, adalah sebesar 510.277 Wh atau 510 kWh per hari. Kebutuhan energi ini dihitung dari berbagai perangkat listrik yang digunakan, termasuk lampu LED, AC, TV, peralatan dapur, hingga sistem keamanan seperti CCTV. Berikut adalah rincian beberapa komponen utama yang berkontribusi terhadap total konsumsi energi harian:

- Lampu Kamar Tidur (70 unit LED Downlight): 21,840 Wh/hari
- AC ½ PK (35 unit di kamar tidur): 319,200 Wh/hari
- TV kamar tamu (35 unit): 42,000 Wh/hari
- Wifi (4 unit): 72,000 Wh/hari

Konsumsi energi terbesar berasal dari penggunaan AC ½ PK di seluruh kamar tidur, yang mencapai 319.200 Wh/hari atau sekitar 62,5% dari total kebutuhan energi harian. Ini menunjukkan bahwa sistem pendingin ruangan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap beban energi keseluruhan.

2. Desain Sistem PLTS Off-Grid

Berdasarkan kebutuhan energi harian yang sebesar 510 kWh, dilakukan perancangan sistem PLTS off-grid yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Komponen utama yang dipertimbangkan dalam desain ini meliputi kapasitas panel surya, kapasitas baterai penyimpanan, serta inverter.

a. Kapasitas Panel Surya

Untuk menghitung kapasitas panel surya yang dibutuhkan, diasumsikan efisiensi panel surya sebesar 80%, dan daerah Deli Homestay menerima radiasi matahari sekitar 5 jam per hari. Maka, kapasitas total panel surya yang diperlukan dapat dihitung sebagai berikut:

Kapasitas Panel Surya=

$$\frac{\text{Kebutuhan Energi Harian}}{\text{Durasi Radiasi Harian} \times \text{Efisiensi Panel Surya}}$$

$$\text{Kapasitas Panel Surya} = \frac{510.277 \text{ Wh}}{5 \text{ jam} \times 0.8} = 127.569,25 \text{ W} \approx 127,6 \text{ kWp}$$

Dengan demikian, kapasitas panel surya yang dibutuhkan adalah sekitar 127,6 kWp.

b. Kapasitas Baterai

Untuk memastikan pasokan listrik tetap stabil saat malam hari atau ketika cuaca mendung, dibutuhkan baterai penyimpanan yang mampu menyimpan energi untuk kebutuhan setidaknya selama satu hari penuh. Kapasitas baterai yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Baterai} = \text{Kebutuhan Energi Harian} \\ n = 510.277 \text{ Wh} = 510 \text{ kWh}$$

Maka, kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah sekitar 510 kWh untuk menyimpan energi yang cukup untuk satu hari penuh operasional.

c. Kapasitas Inverter

Inverter yang digunakan harus mampu menangani daya puncak yang dibutuhkan oleh seluruh perangkat secara simultan. Berdasarkan total daya dari seluruh peralatan, daya puncak yang diperlukan adalah 23.998 watt atau sekitar 24 kW. Oleh karena itu, kapasitas inverter yang dibutuhkan minimal adalah 24 kW.

4. Analisis Ekonomi

Penggunaan PLTS atap off-grid di Deli Homestay juga memberikan manfaat ekonomi yang signifikan dalam jangka panjang. Meskipun investasi awal untuk instalasi panel surya, baterai, dan inverter cukup besar, penghematan biaya operasional dari penggunaan energi listrik gratis dan pengurangan penggunaan genset atau listrik konvensional akan menguntungkan dalam jangka waktu 5-10 tahun. Dengan estimasi biaya listrik konvensional yang terus meningkat, penggunaan PLTS dapat mempercepat pengembalian investasi.

5. Dampak Lingkungan

Penerapan sistem PLTS atap off-grid di Deli Homestay juga berdampak positif pada lingkungan. Dengan mengandalkan energi matahari yang bersih dan terbarukan, emisi karbon dapat dikurangi secara signifikan. Berdasarkan perhitungan, pengurangan emisi karbon setara dengan sekitar 40-50 ton CO₂ per

tahun, jika dibandingkan dengan penggunaan energi fosil untuk menghasilkan listrik.

Pembahasan ini menunjukkan bahwa sistem PLTS off-grid yang dirancang dapat secara efektif memenuhi kebutuhan energi harian Deli Homestay sekaligus mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional dalam jangka panjang.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kebutuhan Energi

Total kebutuhan energi harian Deli Homestay dengan 35 kamar penuh mencapai 510.277 Wh atau sekitar 510 kWh per hari. Kebutuhan energi terbesar berasal dari penggunaan AC di kamar tidur, yang menyumbang sekitar 62,5% dari total konsumsi energi.

2. Desain Sistem PLTS Off-Grid

Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, diperlukan sistem PLTS atap dengan kapasitas panel surya sebesar 127,6 kWp dan kapasitas baterai penyimpanan minimal 510 kWh. Sistem ini juga membutuhkan inverter berkapasitas minimal 24 kW untuk menangani daya puncak seluruh perangkat listrik di homestay.

3. Kinerja Sistem

Berdasarkan simulasi, sistem PLTS off-grid yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan energi harian Deli Homestay secara efektif, terutama pada kondisi cuaca normal dengan radiasi matahari yang mencukupi. Namun, selama musim hujan atau cuaca mendung berkepanjangan, disarankan untuk memiliki cadangan energi dari sumber lain untuk memastikan keberlanjutan pasokan listrik.

4. Manfaat Ekonomi dan Lingkungan

Penerapan sistem PLTS atap off-grid memberikan keuntungan ekonomi jangka panjang dengan penghematan

biaya operasional listrik, serta mempercepat pengembalian investasi dalam kurun waktu 5-10 tahun. Selain itu, sistem ini juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon hingga sekitar 40-50 ton CO₂ per tahun, mendukung upaya pelestarian lingkungan.

Dengan demikian, penerapan sistem PLTS atap off-grid di Deli Homestay merupakan solusi yang layak dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan menghemat biaya operasional. Penerapan teknologi ini dapat menjadi model untuk pengembangan energi terbarukan di sektor pariwisata di wilayah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewan, S. J., Nasional, E., & Siswanto, D. (n.d.). Bauran Energi Nasional 2020 Penanggung Jawab Peer Reviewer.
- Sepdian, S. (2020). Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Berbasis Energi Surya dan Energi Angin. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 23. <https://doi.org/10.37338/e.v1i1.95>.
- Tharo, Z., & Andriana, M. (2022). Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya Dan Angin Sebagai Sumber Alternatif Menghadapi Krisis Energi Fosil Di Sumatera.
- 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.
- 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.