

# Studi Kelayakan Perbandingan PLTS *Rooftop* 15kWp dan 20kWp di Gereja Katolik Paroki St. Konrad Martubung Menggunakan *Software PVsyst*

Charla Tri Selda Manik<sup>1\*</sup>, Elferida Hutajulu<sup>2</sup>, Morlan Pardede<sup>3</sup>, Mutiara Widasari Sitopu<sup>4</sup>, Muhammad Sukri Habibi Daulay<sup>5</sup>, Ummu Handasah<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> D3 Teknik Telekomunikasi\_1, Politeknik Negeri Medan, Medan, 20155, Indonesia

\*Corresponding Author: charlamanik@polmed.ac.id

## Riwayat Artikel

Diserahkan: 5 Mei 2026

Direvisi: 21 Mei 2026

Diterima: 26 Mei 2026

Dipublikasi: 31 Mei 2026

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan pembangunan PLTS *rooftop* sebagai sumber energi alternatif di Gereja Katolik Paroki St. Konrad Martubung dengan luaran akhir berupa rekomendasi sistem PLTS *rooftop* yang dinyatakan layak baik dari sisi teknis maupun ekonomi untuk direalisasikan pada bangunan Gereja Katolik St. Konrad Martubung. Studi dilakukan dengan mempertimbangkan potensi radiasi matahari, kebutuhan energi listrik gereja, kapasitas sistem yang dapat dipasang, serta estimasi biaya investasi. Analisis kelayakan dilakukan dengan menggunakan *software PVsyst*. Hasil studi menunjukkan bahwa iklim di lokasi penelitian memungkinkan pemasangan PLTS dengan kapasitas optimal 15–20 kWp. Penelitian ini memberikan data perbandingan antara sistem berkapasitas 15kWp dan 20kWp. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kedua sistem dinyatakan layak dari sisi teknis dan ekonomi dengan performa ratio 0,77, dan NPV bernilai positif serta nilai LCOE yang jauh lebih kecil dari tarif dasar listrik (Rp 585/kWh). Sistem ini diproyeksikan mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan listrik Gereja dengan penghematan biaya listrik PLN hingga 71,2% per bulan dan potensi penghematan total lebih dari Rp 500 juta selama masa pakai panel. Pembangunan PLTS *rooftop* di Gereja Katolik Paroki St. Konrad Martubung layak direalisasikan karena selain memberikan penghematan biaya listrik, juga mendukung program transisi energi bersih dan menjadi contoh penerapan energi terbarukan di rumah ibadah.

**Kata kunci:** studi kelayakan, *PVsyst*, *rooftop*, panel surya, martubung,

## Abstract

*This study aims to analyze the feasibility of implementing a rooftop photovoltaic (PV) system as an alternative energy source at St. Konrad Catholic Parish Church, Martubung. The final outcome is a recommendation for a rooftop PV system that is technically and economically viable for deployment at the church building. The analysis considers solar radiation potential, the church's electricity demand, the installable system capacity, and investment cost estimation. The feasibility assessment was conducted using PVsyst simulation software. Results indicate that the climatic conditions at the study site support the installation of a rooftop PV system with an optimal capacity of 15–20 kWp. Comparative data between 15 kWp and 20 kWp systems were generated. Simulation outcomes demonstrate that both systems are technically and economically feasible, with a performance ratio of 0.77,*

---

*positive net present value (NPV), and a levelized cost of energy (LCOE) significantly lower than the prevailing electricity tariff (Rp 585/kWh). The system is projected to supply the majority of the church's electricity demand, achieving monthly savings of up to 71.2% on PLN electricity bills and a cumulative saving exceeding Rp 500 million over the panel's lifetime. The implementation of a rooftop PV system at St. Konrad Catholic Parish Church is therefore deemed feasible, providing substantial cost savings while supporting the clean energy transition program and serving as a model for renewable energy adoption in houses of worship.*

**Keywords :** *feasibility study, PVSystem, rooftop, solar panel, Martubung,*

---

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara tropis dengan potensi energi surya dan iradiasi harian rata-rata sebesar 4,5 – 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari [1]. Kota Medan adalah salah satu kota besar di Indonesia yang menerima sinar matahari jatuh hampir tegak lurus sepanjang tahun, dibandingkan dengan daerah lain yang posisi lintangnya lebih tinggi [2].

Gereja Katolik Paroki St. Konrad Martubung terletak di salah satu kecamatan yang ada di kota Medan, tepatnya Kecamatan Medan Labuhan. Gereja ini beralamat di Jl. Rawe IV, Pasar 6, Tangkahan, Medan.

Saat ini, pasokan energi listrik Gereja hanya berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Rata-rata konsumsi energi listrik sebesar 3.200 kWh/bulan atau setara dengan 38.400 kWh/tahun dengan biaya listrik sekitar Rp. 4juta per bulan. Saat ini Gereja Paroki dalam proses pembangunan gedung aula, sehingga akan ada penambahan konsumsi energi listrik. Dengan demikian, biaya listrik yang harus dikeluarkan oleh Parokus Gereja juga akan meningkat. Oleh karena itu, guna mengurangi kebergantungan terhadap PLN, Parokus Gereja harus mencari sumber energi listrik alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik Gereja dan mengurangi biaya listrik yang harus dikeluarkan setiap bulannya. Salah satunya dengan memanfaatkan energi terbarukan yang tersedia di alam. Salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah energi matahari.

Energi matahari merupakan salah satu potensi alam Indonesia yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber energi yang lebih ramah lingkungan untuk menghasilkan energi listrik [3].

Hal ini bersesuaian dengan peta jalan transisi energi sektor ketenagalistrikan yang menargetkan sekitar 41,5% kapasitas berasal dari pembangkit energi terbarukan, dimana PLTS diproyeksikan mencapai 108,7 GW atau 24,6% dari target total kapasitas pada tahun 2060 [4].

Agar dapat bekerja secara maksimal, instalasi PLTS sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain: suhu, kondisi lingkungan sekitar, lama penyinaran, intensitas radiasi matahari, kecepatan angin bertiup, keadaan atmosfer bumi, orientasi panel surya terhadap matahari dan penempatan panel surya [5].

Karena faktor-faktor tersebut, maka rekomendasi lokasi pemasangan panel surya adalah diatap bangunan Gereja yang merupakan posisi paling terbuka dan minim *obstacle* sehingga peluang cahaya matahari mengenai panel surya paling besar.

Beberapa penelitian mengenai studi kelayakan PLTS *rooftop* telah dilakukan, diantaranya oleh Ronald Naibaho dkk. mengembangkan model Environmental Impact Assessment (EIA) untuk PLTS *rooftop* di kawasan perumahan. Hasilnya menunjukkan bahwa aspek biofisik seperti perubahan suhu atap, limpasan air hujan, dan potensi glare memiliki skor dampak tertinggi, sementara aspek teknis-keselamatan seperti

risiko kabel dan kebakaran berada pada kategori sedang, serta aspek sosial–lingkungan seperti penerimaan masyarakat dan potensi konflik tetangga relatif lebih rendah [6].

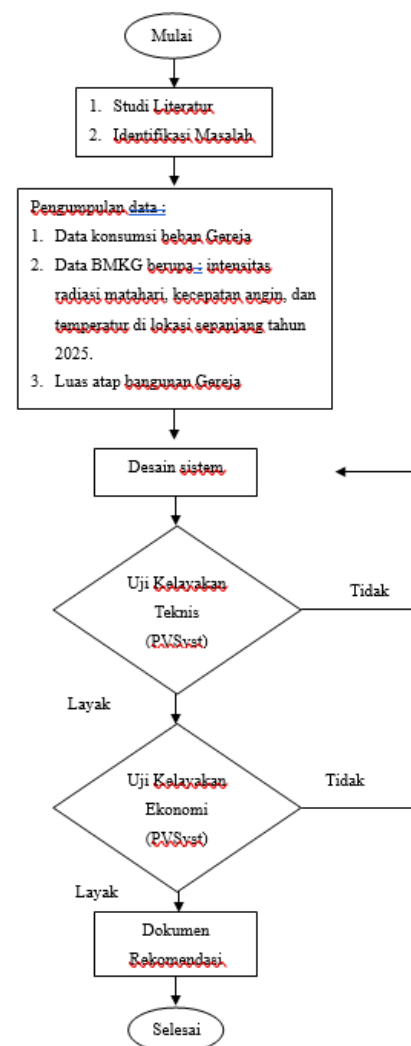
Studi lain yang dilakukan di Hotel Rayz UMM Malang dengan kapasitas 37,4 kWp menghasilkan energi sekitar 55.341 kWh per tahun, namun analisa ekonomi menunjukkan NPV negatif sehingga belum layak secara finansial meskipun secara teknis dapat berfungsi baik [7]. Sebaliknya, penelitian di SDN 1 Temuwuh Yogyakarta dengan kapasitas kecil 0,8 kWp menunjukkan hasil positif, dengan NPV dan *Profitability Index* (PI) yang mendukung kelayakan teknis sekaligus finansial [8].

Pada skala besar, studi di MRT Lebak Bulus Jakarta dengan kapasitas 155 kWp menghasilkan energi sekitar 237 MWh per tahun dengan Performance Ratio (PR) tinggi (0,856), membuktikan kelayakan teknis yang signifikan untuk mendukung efisiensi energi transportasi publik [9]. Sementara itu, penelitian di Laboratorium Terpadu Universitas PGRI Madiun dengan kapasitas  $\pm 100$  kWp mampu menutup lebih dari 50% kebutuhan listrik harian kampus dan memberikan penghematan biaya listrik sekitar Rp 12,6 juta per bulan, sehingga layak secara teknis dan ekonomis [10].

Studi kelayakan PLTS *rooftop* telah banyak dilakukan, namun penelitian yang dilakukan di kota Medan masih sangat minim. Selain itu, penelitian-penelitian terdahulu lebih berfokus pada uji kelayakan secara teknis, meskipun beberapa studi telah melakukan uji kelayakan secara ekonomi. Hal ini mendorong penulis untuk melakukan studi kelayakan PLTS *rooftop* yang ditinjau dari sisi teknis dan ekonomi di kota Medan, khususnya di lokasi penelitian. Pengujian ini dilakukan menggunakan simulasi *software PV Syst* dengan membandingkan sistem PLTS *rooftop* berkapasitas 15 kWp dan 20 kWp.

## 2. Metode

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi sistem PLTS *rooftop* yang layak untuk direalisasikan baik dari sisi teknis maupun ekonomi bagi Gereja Katolik St. Konrad Martubung. Analisis dilakukan dengan membandingkan sistem PLTS *rooftop* berkapasitas 15 kWp dan 20 kWp dengan menggunakan *software PV Syst*. Alur penelitian ini dilaksanakan sesuai diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada posisi lintang (latitude): 3.6836798' dan bujur (longitude): 98.7046028'. Bangunan Gereja yang dijadikan objek penelitian diperlihatkan secara detail pada Gambar 2.

Data iklim yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data *online* yang dapat diakses pada *website* BMKG tepatnya UPT Stasiun

Meteorologi Maritim Belawan [11] dan dari *website* NASA [12].



**Gambar 2. Lokasi Penelitian (diambil dari citra google earth)**

Data yang didapatkan berupa data iklim harian di lokasi penelitian selama periode Januari sampai Desember tahun 2025. Dengan data tersebut, maka disusunlah nilai rata-rata tiap bulannya untuk menggambarkan tren iklim sepanjang tahun 2025.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan di lokasi penelitian diketahui bahwa rata-rata konsumsi energi listrik Gereja sebesar 3.200 kWh/bulan (dengan rata-rata biaya listrik bulanan berkisar Rp.4 juta) dan luasan atap bangunan Gereja adalah 1.350m<sup>2</sup>. Data iklim pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1. Tren iklim di lokasi penelitian sepanjang tahun 2025 diperlihatkan pada Gambar 3.

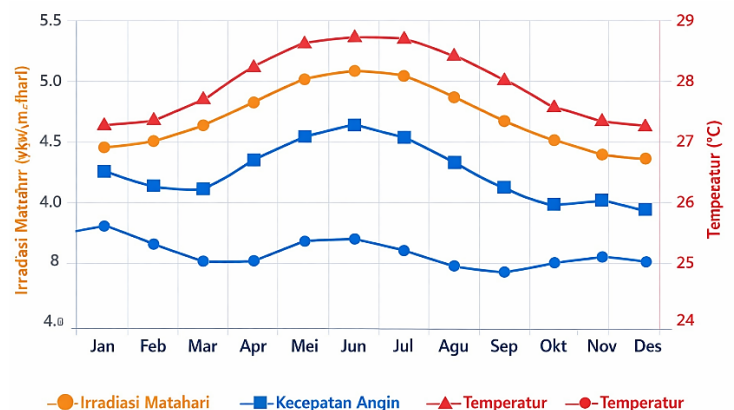
Berdasarkan data-data tersebut, beberapa catatan penting yang dapat dijadikan acuan untuk pertimbangan pemasangan PLTS *rooftop*, yakni :

1. Data irradiansi matahari stabil sepanjang tahun, dengan puncak Juni–Agustus ( $\pm 5,2$  kWh/m<sup>2</sup>/hari).
2. Kecepatan angin relatif rendah (7–12 km/jam) menunjukkan kondisi yang cukup untuk ventilasi alami.

3. Temperatur konsisten di kisaran 27–28°C, kondisi ideal untuk panel surya.

Konfigurasi sistem PLTS yang akan digunakan:

1. Spesifikasi panel (*irradiance* 1000W/m<sup>2</sup> ; *cell temperature* 25°C):
  - a. Tipe monocrystalline Half-Cut PERC, 550 Wp;
  - b. Dimensi panel : 2278x1134
  - c. *Electrical performance parameter* :
    - Pmax 550 W, Vmp : 42 V, Imp : 13,1 A;
    - Voc ; 49,82V, Isc : 13,97 A
    - Efisiensi : 21,3%;
  - d. *Temperature Characteristics* :
    - Suhu operasi panel : 44±2°C ;
    - *Temperature coefficient*:
      - Isc : +0,00048%
      - Voc : -0,26%
      - Pmax : -0,34%
  - e. *Maximum parameter* :
    - Temperatur kerja : -40...85°C
    - Tegangan sistem max : 1500V<sub>DC</sub>
    - Arus fuse max : 25A
1. Konfigurasi *string* : 3 *string* x 9 panel (kapasitas 15kWp) dan 3 *string* x 12 panel (kapasitas 20kWp).
2. Inverter 15 kW (untuk kapasitas 15kWp) dan 20 kW (untuk kapasitas 20kWp) 3-phase, efisiensi  $\geq 98$  %.

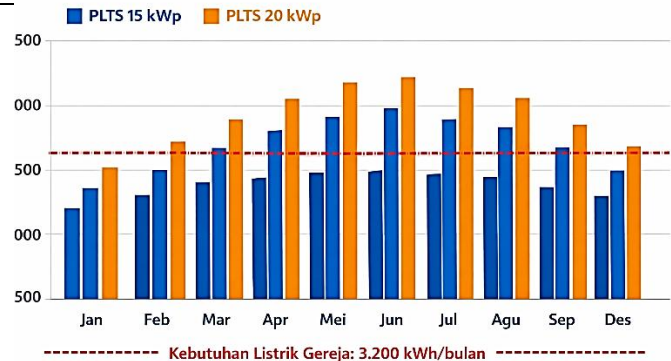


**3. Gambar 3. Tren Iklim di Lokasi Penelitian sepanjang Tahun 2025**

Tabel 1. Data Iklim di Lokasi Penelitian

Bulan	Irradiasi Matahari (kWh/m <sup>2</sup> /hari)	Kecepatan Angin rata-rata (km/jam)	Temperatur rata-rata (°C)
Januari	4.6	7–9	27.0
Februari	4.7	8–10	27.2
Maret	4.8	8–9	27.5
April	4.9	8–9	27.8
Mei	5.0	9–10	28.0
Juni	5.1	9–11	27.9
Juli	5.2	10–12	27.8
Agustus	5.1	9–11	27.7
September	4.9	8–10	27.6
Oktober	4.7	8–9	27.4
November	4.6	7–9	27.2
Desember	4.5	7–8	27.0

dengan sistem berkapasitas 20kWp yakni 0,77, dengan *temperature losses* bernilai 7% dan jumlah emisi CO<sub>2</sub> yang dapat dihindari sebesar ±17,4ton/tahun.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Energi PLTS 15 kWp vs 20 kWp (bulanan)

Tabel 2. Ringkasan Hasil Simulasi Ditinjau dari Sisi Teknis

Parameter	15 kWp	20 kWp
Energi tahunan	±20.460 kWh	±27.340 kWh
Energi Bulanan rata-rata	±1.705kWh	±2.278kWh
Performance Ratio (PR)	0,77	0,77
Spesifik yield (kWh/kWp)	1.364	1.367
Shading losses (%)	1,0	1,0
Temperature losses (%)	7,0	6,8
Inverter losses (%)	3,0	2,9
CO <sub>2</sub> dihindari (ton/tahun)	±17,4	±23,2

### 3.1. Rencana Kapasitas PLTS 20kWp

Bila kapasitas PLTS yang akan dibangun adalah 20 kWp, maka jumlah panel surya yang dibutuhkan ≈36 buah. Luas area pemasangan panel adalah  $36 \times 2,6m^2 \approx 94m^2$  atau sekitar 7% dari total atap yang tersedia.

Produksi PLTS yang akan dihasilkan ≈ 2.278 kWh/bulan, atau berkontribusi sekitar 71,2% dari kebutuhan listrik bulanan Gereja. Nilai *Performance Ratio* 0,77 menunjukkan sistem bekerja dengan efisiensi yang baik, meski masih ada ruang untuk optimasi. *Losses* terbesar dipengaruhi oleh suhu yakni 6,8% dan kontribusi terhadap lingkungan adalah mampu menghindari emisi CO<sub>2</sub> ±23,3 ton/tahun.

### 3.2. Rencana Kapasitas PLTS 15 kWp

Bila PLTS yang akan dibangun berkapasitas 15 kWp, maka jumlah panel surya yang dibutuhkan ≈ 27 buah. Luas area pemasangan panel surya adalah  $27 \times 2,6m^2 \approx 71m^2$  atau hanya ± 5% dari total atap yang tersedia. Produksi PLTS yang akan dihasilkan ≈ 1.705 kWh/bulan, artinya PLTS berkontribusi ±53,3% dari kebutuhan listrik bulanan Gereja. Nilai *Performance Ratio* untuk sistem ini sama

Tabel 3. Ringkasan Hasil Simulasi Ditinjau dari Sisi Ekonomi

Parameter	PLTS 15 kWp	PLTS 20 kWp
Jumlah Panel (550 Wp)	±27 modul	±36 modul
Estimasi Investasi	Rp 225 juta (±Rp 15 juta/kWp)	Rp 320 juta (±Rp 16 juta/kWp)
Penghematan Listrik	±Rp 29,5 juta/tahun	±Rp 39,5 juta/tahun
Payback Period	±7,6 tahun	±8,1 tahun
Umur Panel	25–30 tahun	25–30 tahun
NPV (20 tahun, 8%)	Rp 108 juta	Rp 145 juta
IRR	±12,2%	±11,8%
LCOE (Rp/kWh)	Rp 550/kWh	Rp 585/kWh

Perbandingan hasil simulasi ditinjau dari sisi teknis antara PLTS berkapasitas 15kWp dan 20 kWp ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 3 memberikan ringkasan simulasi jika ditinjau dari sisi ekonomi. Dengan asumsi tarif listrik

PLN Rp 1.444/kWh, usia proyek 20 tahun dan *discount rate* sebesar 8%, saldo kumulatif di akhir tahun ke 20 bernilai Rp 108 juta untuk sistem kapasitas 15kWp dan Rp 145 juta untuk sistem berkapasitas 20kWp. NPV bernilai positif dan nilai LCOE yang jauh lebih kecil dari tarif dasar listrik (Rp 585/kWh) artinya kedua sistem ini layak secara finansial. Gambar 4 menampilkan grafik perbandingan energi bulanan yang dihasilkan (15 kWp vs 20 kWp).

#### 4. Kesimpulan

Dari data yang didapatkan bahwa dengan intensitas radiasi matahari rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari, maka kapasitas optimal PLTS *Rooftop* yang optimal adalah 15–20 kWp. Simulasi yang dilakukan pada kedua sistem yang direkomendasikan menyatakan bahwa keduanya layak secara teknis dan ekonomi untuk direalisasikan. Dari sisi teknis, dengan nilai Performance Ratio (PR) sebesar 0,77, kedua sistem dinyatakan layak karena tingkat efisiensi yang baik dan menunjukkan performa yang stabil. Dampak pengurangan emisi CO<sub>2</sub> dengan pemasangan kedua sistem juga menunjukkan hasil yang signifikan yakni ±17,4 ton/tahun dan ±23,3 ton/tahun. Dari sisi ekonomi juga dinyatakan layak karena memiliki NPV yang bernilai positif di akhir tahun ke 20 dan nilai LCOE yang jauh lebih kecil dari tarif dasar listrik (Rp 585/kWh). Realisasi akhir bergantung pada ketersediaan dana Gereja. Apabila yang akan diimplementasikan adalah sistem PLTS *rooftop* berkapasitas 15 kWp, maka investasi awal akan lebih hemat meskipun energi listrik yang diproduksi hanya mampu menutupi 53,3% kebutuhan listrik bulanan gereja. Sementara bila yang akan diimplementasikan adalah sistem PLTS *rooftop* berkapasitas 20 kWp lebih optimal untuk efisiensi energi jangka panjang, dengan nilai kontribusi mencapai 71,2%. Sistem ini sesuai apabila target utamanya adalah pengurangan biaya listrik secara maksimal.

#### Daftar Pustaka

- [1] Wibawanto, I. I. Ketut Wiryajati, and A. Natsir, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop Untuk Kawasan Perumahan Di Kota Mataram Berdasarkan Pemetaan Potensi Iradiasi,” 2023.
- [2] Niwanda, Anisa, dkk, “Analisis Potensi Pemanfaatan Energi Matahari Melalui Panel Surya di Kota Medan,” *Sos. J. Ilm.Pendidik. IPS*, vol. 3, no. 3, pp. 01–11, 2025, doi: 10.62383/sosial.v3i3.967.
- [3] Ipung, M. S. A., & Thamrin, S., “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Alternatif Energi Masa Depan”, *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 4(3),2427–2435, 2023.
- [4] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Peraturan Menteri ESDM Nomor 10 Tahun 2025 tentang Peta Jalan (Road Map) Transisi Energi Sektor Ketenagalistrikan”. 2025.
- [5] Michael B. 2017. “Solar Electricity Handbook”. UK. Greenstream Publishing.
- [6] R. Naibaho, A. S. Nasution, and P. Pasaribu, “Model Environmental Impact Assessment (EIA) untuk PLTS Rooftop di Kawasan Perumahan Medan,” *Akademi Teknik Deli Serdang*, 2023.
- [7] A. Prasetyo and B. Kurniawan, “Analisis Kelayakan Pembangunan PLTS Rooftop di Hotel Rayz UMM Malang,” *Jurnal Energi dan Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 45–52, 2021.
- [8] H. Wibowo and D. Sari, “Studi Kelayakan PLTS Rooftop di SDN 1 Temuwuh Yogyakarta,” *Jurnal Rekayasa Energi*, vol. 12, no. 1, pp. 33–40, 2020.

- 
- [9] R. Santoso and M. Hidayat, “Analisis Teknis dan Ekonomi PLTS Rooftop di MRT Lebak Bulus Jakarta,” *Jurnal Infrastruktur Energi*, vol. 5, no. 3, pp. 101–110, 2022.
- [10] Y. Nugroho and P. Lestari, “Kelayakan PLTS Rooftop di Laboratorium Terpadu Universitas PGRI Madiun,” *Jurnal Energi Terbarukan*, vol. 9, no. 4, pp. 215–223, 2021.
- [11] Laporan Iklim Harian Stasiun Meteorologi Medan Labuhan, Sumatera Utara (2025). Direktorat Data dan Komputasi BMKG, Data *Online*. Diakses dari <https://dataonline.bmkg.go.id>, diakses pada April 2026.
- [12] NASA/POWER Source Native Resolution Monthly and Annual. Diakses dari: NASA POWER | Data Access Viewer (DAV), diakses pada April 2026.