

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DIKAWASAN DANAU TOBA MENUJU DESTINASI PARAWISATA BERBASIS ENERGI HIJAU

Oleh:

Efendi Sitanggang¹⁾

Muhammad Khoirul Ammar²⁾

Janter Napitupulu³⁾

Lancar Siahaan⁴⁾

Universitas Darma Agung, Medan. ^{1,2,3)}

E-Mail:

muhammadkhoirul2002@gmail.com

stgfendi@gmail.com

jnapitupulu96@gmail.com

lancarsiahaan@gmail.com

ABSTRACT

Research has been conducted to design a solar power plant in Penguruan District, Lake Toba, to support green energy in the tourist area. The warm season lasts 3.4 months (February 17-May 30) with the highest daily temperature above 27°C, and the hottest month is April, with a low of 27°C and a high of 18°C. The winter season lasts 3.3 months (September 26-January 3) with an average daily high temperature below 26°C, and the coldest month is September, with a low of 17°C and a high of 26°C. The highest radiation occurs in February and March, reaching 4.8 kW/m². Analysis of photovoltaic (PV) materials showed the highest efficiency in mono-silicon (27.6%), followed by amorphous (20.8%) and poly-silicon (20.4%). For an area of 200 m², 172 PV panels arranged in 9 strings (10 panels each) are required, producing a system voltage of 387 Vdc and a maximum current of 186.12 A. The potential electricity generated by the mono-silicon panels reaches 72,028 kWh/m², with 35 kWh/m² used during the day and 37 kWh/m² stored for the night. The highest annual radiation in Panguruan sub-district occurs in February and March, reaching 4.7 kW/m². This PLTS design does not produce carbon gas and is planned to be built in various locations along the coastline of Lake Toba, with varying sizes according to the design results that consider supply and demand aspects.

Keywords : PLTS, green energy, tourist, Lake Toba

ABSTRAK

Penelitian telah dilakukan untuk merancang pembangkit listrik tenaga surya di Kecamatan Penguruan, Danau Toba, guna mendukung energi hijau di destinasi wisata. Musim hangat berlangsung 3,4 bulan (17 Februari–30 Mei) dengan suhu harian tertinggi di atas 27°C, dan bulan terpanas adalah April, dengan suhu terendah 27°C dan tertinggi 18°C. Musim dingin berlangsung 3,3 bulan (26 September–3 Januari) dengan suhu tertinggi harian rata-rata di bawah 26°C, dan bulan terdingin adalah September, dengan suhu terendah 17°C dan tertinggi 26°C. Radiasi tertinggi terjadi pada Februari dan Maret, mencapai 4,8 kW/m². Analisis material fotovoltaik (PV) menunjukkan efisiensi tertinggi pada mono-silikon (27,6%), diikuti oleh amorf (20,8%) dan poli-silikon (20,4%). Untuk area 200 m², dibutuhkan 172 panel PV yang disusun dalam 9 string (masing-masing 10 panel), menghasilkan tegangan sistem 387 Vdc dan arus maksimum 186,12 A. Potensi listrik yang dihasilkan oleh panel mono-silikon mencapai 72.028 kWh/m², dengan 35 kWh/m²

digunakan pada siang hari dan 37 kWh/m² disimpan untuk malam hari. Radiasi tahunan tertinggi di Kecamatan Panguruan terjadi pada Februari dan Maret, mencapai 4,7 kWh/m². Rancangan PLTS ini tidak menghasilkan gas karbon dan direncanakan dibangun di berbagai lokasi sepanjang garis pantai Danau Toba, dengan ukuran bervariasi sesuai hasil desain yang mempertimbangkan aspek pasokan dan permintaan.

Kata Kunci : PLTS, energi hijau, destinasi wisata, danau toba.

1. PENDAHULUAN

PLN telah mengambil langkah signifikan dalam mencapai target Net Zero Emission (NZE) melalui Renewable Energy Certificate (REC). Inisiatif ini bertujuan untuk mendukung perusahaan dalam mendapatkan pasokan energi bersih dan mengajak mereka berpartisipasi dalam menjaga iklim. PLN juga menyerahkan REC kepada Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP) Danau Toba untuk mendukung pengembangan pariwisata hijau, dengan rencana penyediaan listrik total 24,87 megawatt (MW) secara bertahap. Selain itu, PLN telah mengembangkan ekosistem hijau yang mencakup green tourism, green investment, dan green transportation [1], [2].

Dalam konteks pengembangan energi terbarukan, PLN telah menyediakan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di kawasan Danau Toba, dengan rencana untuk menambah lokasi di Balige dan Pulau Samosir. Upaya ini mencerminkan komitmen PLN terhadap prinsip Environmental, Social, and Governance (ESG) dalam menciptakan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan.

Mengenai teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), energi matahari yang diterima memiliki panjang gelombang dari 0,25 hingga 3 mikrometer. Sel surya yang terdiri dari lapisan tipis silikon dapat mengkonversi energi foton menjadi listrik. PLTS dapat dibagi menjadi sistem terpusat dan terdistribusi, dan

menghasilkan listrik DC yang dapat diubah menjadi AC sesuai kebutuhan. Saat cuaca cerah, sel surya menghasilkan tegangan konstan dan arus optimal ketika posisinya tegak lurus terhadap sinar matahari[3], [4].

Di Indonesia, meskipun pembangunan PLTS sudah banyak dilakukan, manfaatnya belum dirasakan secara luas oleh masyarakat. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk merencanakan pembangunan PLTS di Pulau Samosir, berjudul “Analisa Tapak Potensi Energi Matahari untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Samosir.” Penelitian ini akan mempertimbangkan faktor iklim dan radiasi matahari untuk optimalisasi pemanfaatan energi terbarukan di daerah tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Energi Terbarukan

Indonesia memiliki banyak potensi energi terbarukan yang bersih dan ramah lingkungan, seperti tenaga air (minihidro), panas bumi, biomasa, angin, dan surya (matahari). Namun, potensi ini belum sepenuhnya dimanfaatkan. Karena biaya pembangkit energi terbarukan seperti tenaga surya tidak dapat bersaing dengan biaya pembangkit energi fosil seperti minyak, gas bumi, dan batubara, pemanfaatan energi terbarukan masih jauh dari optimal. Karena lokasinya di garis katulistiwa, Indonesia memiliki banyak sumber energi surya. Dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kilowatt jam per meter per hari di seluruh

negara, banyak sumber surya ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Di sisi lain, karena jaringan listrik PLN jauh di luar wilayah, beberapa wilayah Indonesia masih belum teraliri listrik [5], [6].

Salah satu solusi untuk pembangkit listrik alternatif adalah PLTS, yang memiliki sistem yang modular dan mudah dipindahkan. Sayangnya, biaya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) masih lebih mahal dibandingkan dengan pembangkit tenaga surya konvensional. Ini karena modul fotovoltaik—alat utama untuk mengubah energi matahari menjadi listrik—masih didatangkan dari luar negeri.

Meskipun PLTS belum digunakan secara optimal, tetapi sudah digunakan pada perumahan atau sistem rumah surya (SHS), pompa air, televisi, komunikasi, dan lemari pendingin di rumah sakit di beberapa wilayah Indonesia, terutama di daerah terpencil yang jauh dari jaringan listrik PLN. Karena tidak melepaskan polutan seperti halnya pembangkit listrik tenaga fosil, PLTS adalah teknologi yang ramah lingkungan [7], [8].

B. Energi Surya

Pemerintah Indonesia saat ini sedang giat mengembangkan energi surya. Indonesia memiliki banyak potensi energi surya karena menjadi negara tropis. Di kawasan Barat Indonesia (KBI), radiasi surya mencapai sekitar 4,5 kilowatt-jam per meter persegi, dan di kawasan Timur Indonesia (KTI), mencapai 5,1 kilowatt-jam per meter persegi. Potensi rata-rata penyinaran matahari di Indonesia adalah sekitar 4,8 kilowatt-jam per meter persegi, yang menunjukkan bahwa energi matahari dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

Dengan sekitar 1000 watt per meter persegi,

matahari memancarkan banyak energi ke permukaan bumi. Kurang dari 30% dari energi ini dipantulkan kembali ke angkasa, 47% menjadi panas, dan 23% digunakan untuk berbagai sirkulasi di permukaan bumi. Bahan bakar fosil adalah sumber energi yang paling banyak digunakan selama proses fotosintesis. Oleh karena itu, energi surya dapat dianggap sebagai sumber energi utama [9], [10].

Meskipun energi surya memiliki banyak keuntungan, seperti keberlanjutan dan tidak berbahaya, ada juga kekurangan. Untuk mengumpulkan dan mengkonsentrasikan energi ini yang tidak konstan, diperlukan sistem kolektor yang besar. Selain itu, diperlukan sistem penyimpanan energi untuk memanfaatkan energi ini pada malam hari atau saat cuaca mendung. Namun demikian, energi surya berpotensi untuk memenuhi kebutuhan energi global dalam jangka waktu yang lama jika dieksplorasi dengan cermat [11].

3. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini berfokus pada energi terbarukan, khususnya tenaga surya. Referensi yang dipilih mencakup studi mengenai pergerakan matahari, analisis efisiensi dari tiga jenis bahan fotovoltaik—amorf, monokristal, dan polikristal—serta perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang didukung oleh persamaan matematis. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan data satelit untuk mendapatkan informasi mengenai iklim, suhu, dan radiasi di Pulau Samosir, dengan lokasi yang telah ditentukan. Data satelit diambil dari tiga sumber untuk memvalidasi hasil yang diperoleh. Penggunaan perangkat lunak PVSyst juga dilakukan untuk memperoleh data tambahan terkait penelitian ini.

Pengambilan data dilakukan melalui survei lapangan di Pulau Samosir pada Januari 2024. Survei ini mencakup observasi langsung dan wawancara dengan dosen serta pihak BMKG, disertai pengambilan gambar menggunakan Google Earth. Lokasi penelitian difokuskan pada Kecamatan Pangururan, yang berbatasan langsung dengan Danau Toba, sehingga memiliki potensi penyinaran matahari yang optimal. Namun, kondisi cuaca di lokasi dapat berubah dengan cepat, seperti yang teramati saat peninjauan, di mana panas matahari cukup terik antara pukul 11.00 hingga 13.00.

Analisis tapak dalam penelitian ini mencakup aspek iklim, lintasan matahari, dan lokasi. Data radiasi yang digunakan adalah data sekunder dari tiga satelit, yaitu PVGIS, NASA, dan SODA, dengan fokus pada data harian dari tahun 2023. Dengan demikian, penelitian ini mengumpulkan 365 data radiasi (W/m^2) dari masing-masing satelit, yang merupakan informasi terkini untuk mendukung perancangan PLTS di Pulau Samosir.

4. HASIL dan PEMBAHASAN

A. Analisis Efek Pergerakan Matahari Terhadap Modul Surya

Ada beberapa sudut yang dapat digunakan untuk menjelaskan posisi matahari di Bumi terhadap modul surya (photovoltaik). Sudut-sudut tersebut adalah:

- a) Latitude (garis lintang)
Hal ini Analisa pengujian modul surya dilakukan

B. Analisis Radiasi Matahari

Bagian ini membahas total radiasi tenaga surya harian yang mencapai permukaan tanah, dengan mempertimbangkan variasi musiman, ketinggian matahari, serta penyerapan oleh awan dan atmosfer. Rata-rata radiasi harian per meter persegi relatif stabil sepanjang tahun, berkisar dalam batas 0,5 kilowatt-jam dari 4,3 kilowatt-jam.

ditempat Kota Medan sebagai sampel dengan letak geografisnya berada pada $3^{\circ} 30' - 3^{\circ} 43'$ Lintang Utara dan $98^{\circ} 35' - 98^{\circ} 44'$ Bujur Timur

b) Deklinasi (δ)

Deklinasi adalah sudut posisi matahari terhadap bidang khatulistiwa, yang berada di utara positif dari $-23,450 < \delta < 23,450$. Persamaan untuk menghitung deklinasi dapat digunakan.

dimana n = hari dalam bulan di lokasi kota Medan adalah :

untuk $n = 28$ hari maka:

$$\delta = 23,450 \sin (260 (284 \times 28)/365)$$

$$= -23,33$$

untuk $n = 30$ hari maka:

$$\delta = 23,450 \sin (260 (284 \times 30)/365)$$

$$= -18,21$$

untuk $n = 31$ hari maka:

$$\delta = 23,450 \sin (260 (284 \times 31)/365)$$

$$= 11,24$$

Perhitungan di atas menunjukkan arah dari mana sinar matahari masuk ke khatulistiwa. Pada bulan Februari, sinar matahari datang dari selatan khatulistiwa dengan sudut $-23,33^{\circ}$. Untuk bulan-bulan hingga 30, sinar matahari datang dari selatan dengan sudut $-18,21^{\circ}$, dan untuk bulan hingga 31, sinar matahari bergerak ke utara dengan sudut $11,24^{\circ}$.

Tabel 1. Radiasi Rata-Rata Di Kecamatan Pangururan

Rata -rata Radiasi (KWh)												
Bulan	jan	feb	mat	apl	Mei	juni	juli	agus	sept	okt	nov	des
Radiasi	4.4	4.7	4.7	4.4	4.3	4.4	4.4	4.3	4.2	4.1	3.9	4.0

C. Analisis Konversi Energi Listrik

Dari keseluruhan aspek yang ditinjau, radiasi yang dapat ditangkap dan dihasilkan di lokasi tersebut, setelah melalui proses diffuse radiation, iklim, dan pemilihan bahan PV, akan menghasilkan produksi listrik sebagai berikut:

Tabel 2. Daya Yang Dihasilkan Pada 12 Jam/Hari

Bulan	Radiasi (kWh)	Amorphous efisiensi 20,8 %, (kWh)/ m ²	Monokristal efisiensi 20,4 % (kWh)/ m ²	Polikristal efisiensi 27,6 %. (kWh)/m ²
Januari	4,4	0,8932144	0,8758332	1,1849508
Februari	4,7	0,9538672	0,9372372	1,2680268
Maret	4,7	0,9529312	0,9355236	1,2657084
April	4,4	0,8924448	0,8734056	1,1816664
Mei	4,3	0,8724352	0,8548824	1,1566056
Juni	4,4	0,8927152	0,8760576	1,1852544
Juli	4,4	0,8936512	0,8755476	1,1845644
Agustus	4,3	0,8731632	0,8560656	1,1582064
September	4,2	0,8503872	0,8359716	1,1310204
Oktober	4,1	0,8306064	0,8136336	1,1007984
November	3,9	0,7892144	0,7738332	1,0469508
Desember	4	0,5620368	0,7944372	1,0748268
Total	7,9	10,2566672	10,3024284	13,9385796
Rata-rata	4,31666667	0,8306064	0,8136336	1,1007984

Dengan menggunakan sistem perhitungan ini, diasumsikan bahwa PLTS tidak menggunakan baterai. Oleh karena itu, dengan waktu pengisian 12 jam, potensi listrik untuk bahan amorf adalah 10,259 kilowatt-jam per meter persegi per tahun, untuk monokristal adalah 13,93 kilowatt-jam per meter persegi, dan untuk polikristal adalah 10,30 kilowatt-jam per meter persegi per tahun.

D. Analisis Hubungan Luas Lahan Terhadap Konversi Energi Listrik

Untuk menunjukkan ketersediaan lahan dan potensi energi dari panel surya di Kecamatan Pangururan, penting untuk mempertimbangkan kondisi lingkungan sekitar, mengingat area ini padat perumahan dan merupakan lokasi wisata. Oleh karena itu, penempatan PLTS harus diperhatikan agar tidak mengganggu keindahan lokasi pariwisata. Berikut adalah beberapa pilihan lokasi dengan ukuran bervariasi, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Energi Listrik Yang Dihasilkan Perluas Lahan Tiap Jenis PV

Luas Lahan (m ²)	Energi yang dihasilkan oleh jenis Amorf (kWh/m ²)	Energi yang dihasilkan oleh jenis Monokristal (kWh/m ²)	Energi yang dihasilkan oleh jenis Polikristal (kWh/m ²)
10m x 20m	166,12	162,73	220,16

20m x 20m	332,24	325,45	440,32
20m x 30m	498,36	488,18	660,48
30m x 30m	747,55	732,27	990,72
30m x 40m	996,73	976,36	1320,96
20m x 50m	830,61	813,63	1100,80
30m x 50m	1245,91	1220,45	1651,20
40m x 50m	1661,21	1627,27	2201,60
50m x 50m	2076,52	1689,52	2752,00
20m x 100m	16612,13	16272,67	22015,97
30m x 100m	24918,19	24409,01	33023,95

Energi rata-rata yang dihasilkan oleh ke tiga jenis panel diatas adalah:

daya rata-rata PV x Luas lahan = kWh/m²

Untuk lahan 10m x 20m, maka diperoleh Daya listrik sebesar:

Untuk lahan seluas 10m x 20m = 200m²

Maka daya listrik yang dihasilkan untuk Pv jenis Amorphous efisiensi 20,8 adalah:

$$= 0,8306064 \text{ kWh/ m}^2 \times 200 \text{ m}^2$$

$$= 166,12 \text{ kWh/ m}^2$$

Untuk Pv jenis Monokristal dengan efisiensi 20,4 diperoleh:

$$= 0,8136336 \text{ kWh/ m}^2 \times 200 \text{ m}^2$$

$$= 162,73 \text{ kWh/ m}^2$$

Untuk Pv jenis polikristal dengan efisiensi 27,7 diperoleh

$$= 13,9385796 \text{ kWh/ m}^2 \times 200 \text{ m}^2$$

$$= 220,16 \text{ kWh/ m}^2$$

E. Menghitung Jumlah Modul PV

Daya maksimum (Pmax) tiap modul surya yang akan digunakan dalam perencanaan sistem ini adalah 400 Wp. Berdasarkan nilai tersebut untuk menghitung jumlah modul surya yang dibutuhkan untuk sistem ini :

$$\text{Jumlah Modul Surya} = P \text{ (Watt Peak)} / P_{\text{mpp}}$$

$$= 69995,07$$

$$\text{Watt Peak} / 400$$

$$= 174,987675$$

Jumlah Modul

Surya

≈ 175 modul

surya

F. Menentukan Jumlah Baterai

Dalam penelitian ini, kapasitas baterai dihitung berdasarkan energi listrik yang diberikan PLTS beban, yang berjumlah 37,028 kilowatt-jam per jam.

1. DOD (Deep of Discharge) adalah 80%, yang ditentukan oleh produsen baterai
2. AD (Autonom Days), hari otonomi yang ditetapkan adalah satu hari
3. Efisiensi baterai adalah 95%.

jadi jumlah kapasitas baterai yang diperlukan adalah :

$$Cb = \frac{W \times AD}{DOD \times Vs} \times 1000$$

$$Cb = \frac{37,028 \times 0,5}{0,8 \times 387} \times 1000$$

$$Cb = \frac{18,514}{309,6} \times 1000$$

$$Cb = 0,0597 \times 1000 : 0,95$$

$$Cb = 59,79 : 0,95$$

$$Cb = 62,94 \text{ Ah}$$

Baterai yang digunakan dalam perencanaan sistem ini adalah AcmeG-12V-200Ah dengan kapasitas 200 Ah dan tegangan nominal 12V. Dengan demikian total jumlah baterai yang digunakan adalah :

$$N_{\text{hub seri}} = \frac{\text{Tegangan sisten}}{\text{Tegangan nominal Baterai}}$$

$$N_{\text{hub seri}} = \frac{387 \text{ V}}{12 \text{ V}}$$

$$N_{\text{hub seri}} = 32,25$$

$$N_{hub\text{paralel}} = \frac{Cb}{\text{Kapasitas Baterai}}$$

$$N_{hub\text{paralel}} = \frac{62,94 \text{ Ah}}{200 \text{ Ah}}$$

$$N_{hub\text{paralel}} = 0,31$$

$$N_{total \text{ baterai}} = N_{hub\text{seri}} \times N_{hub \text{ paralel}}$$

$$N_{total \text{ baterai}} = 32 \times 0,31$$

$$N_{total \text{ baterai}} = 10,07 \text{ Baterai}$$

Jadi jumlah baterai yang dibutuhkan oleh sistem adalah 10 Baterai

5. SIMPULAN

beberapa hal berikut dapat disimpulkan dari perhitungan dan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini :

1. Suhu tahunan untuk sampel Kecamatan Pangururan biasanya antara 17°C dan 27°C, jarang di bawah 15°C atau di atas 29°C, menurut analisis grafik iklim (iklim matahari, cuaca, dan suhu). Dengan pengurangan akibat hamburan, bulan Februari dan Maret menghasilkan radiasi tertinggi sebesar 4,8 kW/m². Hasil pengukuran menunjukkan bahwa radiasi rata-rata untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah 4,1 4,8 kW/m².
2. Dari hasil analisa bahan photovoltaik (PV) diperoleh yang paling bagus dari segi efisiensi adalah jenis bahan mono kristal 27,6 % kemudian amorf 20,8 % lalu polikristal dengan efisiensi 20,4
3. Dari hasil analisa potensi listrik yang dapat dihasilkan oleh pada lokasi dengan luas 200m² untuk jenis monokristal 72,028 kWh/m² . digunakan saatsiang hari 35 kWh/m² dan 37 kWh/m² disimpan dalam batere untukdigunakan pada malam

hari.

4. PLTS yang dirancang tidak menghasilkan gas karbon dan direncanakan dibangun pada area yang bervariasi mengikuti garis pantai danau Toba kecamatan pangururan dengan ukuran yang berbeda sesuai hasil rancangan dengan memperhitungkan pendekatan *supply side* maupun *demand side*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- C. D. P. Hertadi, M. Sulaiman, and P. G. P. Anwar, "Kajian Industri Energi Terbarukan Tenaga Listrik di Indonesia Berdasarkan Arah Kebijakan dan Potensi Alam," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 6, no. 2, pp. 276–283, Sep. 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i2.1690.
- A. P. Aditya, "Kebijakan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) dalam Transisi Energi di Indonesia," 2024.
- S. Yatmani *et al.*, "Optimalisasi Kinerja Panel Surya Berdasarkan Waktu Tunda Pergerakan Solar Tracker," 2023.
- M. D. Selian, "Analisa Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Keluaran Listrik Dengan Variasi Kemiringan," *Analisa Temperatur Permukaan (Mela Dewa Selian.) Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 144–154, 2024, doi: 10.5281/zenodo.10888550.
- R. R. Al Hakim, "Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia: Literatur Review," 2020.
- M. Untung Bahagiya, A. Tri Winarto, and A. Khoirudin, "Implementasi Panel Surya Sebagai Sumber Listrik

- Tambahan Pada Pondok Pesantren Al Muhammad Sebagai Upaya Penghematan Biaya Tagihan Listrik PLN,” 2024.
- H. Riafinola, I. K. L. Nur Suciningtyas, Imam Sholihuddin, and W. R. Puspita, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Penggunaan Listrik Rumah Tangga,” 2022.
- M. Syaiful Alim, S. Thamrin, and R. W. Laksmono, “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Ketahanan Energi Nasional Masa Depan,” vol. 4, no. 3, pp. 2427–2435, 2023, doi: 10.55338/jpkmn.v4i2.1480.
- J. E. Elektro *et al.*, “Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik,” 2022. [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>
- D. Fresilia, Sudarti, and Yushardi, “Mekanisme Terbentuknya Lapisan Gas Rumah Kaca,” 2024. [Online]. Available: <http://jurnal.minartis.com/index.php/jpst/>
- Soelaiman, Sofyan, E. Diniardi, and Sunarto, “Perencanaan Pemanas Air Tenaga Surya Kapasitas 80 Galon Per Hari.”