

## INTEGRASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 4 KW ROOFTOP GEDUNG TEKNIK POLITEKNIK NEGERI JEMBER

Ahmad Fahriannur<sup>\*</sup>), Dedy Eko Rahmanto, Aditya Wahyu Pratama dan Mochammad Nuruddin

Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Indonesia

<sup>\*</sup>)Penulis korespondensi, E-mail: ahmad\_fahriannur@polije.ac.id

### Abstrak

Energi merupakan bagian terpenting dalam kehidupan kita sehari-hari karena sebagian besar aktivitas dan kebutuhan manusia selalu membutuhkan energi. Pengembangan teknologi dibidang energi untuk pembangkit listrik menggunakan energi terbarukan di Indonesia sangat berpotensi dimana Indonesia merupakan negara tropis yang terekspos sinar matahari hampir sepanjang tahun. Namun, hanya digunakan untuk kegiatan praktikum dan masih belum terkoneksi dengan beban yg optimal Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebesar 4 kW telah terinstal pada rooftop lantai 6 Gedung Teknik Politeknik Negeri Jember. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa PLTS rooftop yang telah terpasang dengan cara mengintegrasikan ke jaringan listrik di Gedung Teknik. Integrasi PLTS di Gedung Teknik Lantai 6 telah berhasil dilakukan untuk mensuplai lampu penerangan di Gedung Teknik Lantai 3 sebanyak 25 unit lampu dengan total konsumsi daya adalah 964 watt. Sistem PLTS diinstal secara offgrid rangkaian AC coupling yang terdiri dari 12 unit panel surya masing-masing berkapasitas daya 360 watt, 1 unit inverter 5000 watt, dan 8 unit baterai 12 volt 105 Ah.

*Kata kunci: energi, gedung, integrasi, PLTS*

### Abstract

*Energy is the most important part of our daily lives because most human activities and needs always require energy. The development of technology in the energy sector for generating electricity using renewable energy in Indonesia has great potential because Indonesia is a tropical country that is exposed to sunlight almost all year round. However, it is only used for practical activities and is still not connected to optimal load. A 4 kW Solar Power Plant (PLTS) has been installed on the rooftop of the 6th floor of the Engineering Building Politeknik Negeri Jember. This research aims to determine the performance of rooftop PLTS that has been installed by integrating it into the electricity network in the Engineering Building. The integration of PLTS in the 6th Floor of the Engineering Building has been successfully carried out to supply 25 units of lighting in the 3rd Floor of the Engineering Building with a total power consumption of 964 watts. The PLTS system is installed off-grid with an AC coupling series consisting of 12 units of solar panels each with a power capacity of 360 watts, 1 unit of inverter 5000 watts, and 8 units of 12 volt 105 Ah batteries*

*Keywords: energy, building, integrated, PLTS*

### 1. Pendahuluan

Energi merupakan bagian terpenting dalam kehidupan kita sehari-hari karena sebagian besar aktivitas dan kebutuhan manusia selalu membutuhkan energi. Sebagai contohnya energi yang sangat sering dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari yaitu energi listrik, kebutuhan listrik baik di Indonesia ataupun dunia semakin lama semakin bertambah besar dan harus seimbang dengan ketersediaan energi yang ada, akan tetapi sebagian besar energi yang dibutuhkan berasal dari pembangkit dengan sumber energi fosil berupa batu bara. [1]. Pengembangan teknologi dibidang energi untuk pembangkit listrik menggunakan energi terbarukan di Indonesia sangat berpotensi dimana Indonesia merupakan negara tropis yang terekspos sinar matahari hampir sepanjang tahun [2]. Karena potensinya sangat baik, saat ini telah banyak dibangun pembangkit listrik

tenaga surya / matahari pada skala besar dan skala kecil misalnya untuk penerangan jalan umum tenaga surya, kebutuhan listrik rumah tangga, dan diterapkan untuk industri. Ari Santoso, dkk melakukan pemasangan PLTS untuk kebutuhan listrik di Lingkungan Panti Asuhan Semarang, kegiatan ini sebagai bentuk pengabdian masyarakat dengan memanfaatkan PLTS untuk lampu penerangan di lingkungan panti asuhan [3]. Mario, dkk membangun PLTS di Gedung Gardu Induk PT. PJB Bali [4]. Sistem diinstal dengan rangkaian *on-grid* disusun seri dan dapat menghasilkan energi 111, 2055 kWh / hari.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebesar 4 kW telah terinstal pada *rooftop* lantai 6 Gedung Teknik Politeknik Negeri Jember. Namun, hanya digunakan untuk kegiatan praktikum dan masih belum terkoneksi dengan beban yg optimal. Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui performa PLTS *rooftop* yang telah terpasang dengan cara mengintegrasikan dengan jaringan listrik di Gedung Teknik. Sumber listrik untuk penerangan di Gedung Teknik yang sebelumnya menggunakan listrik dari PLN, digantikan menggunakan PLTS sebesar 4 kW. Sehingga, diharapkan akan mengurangi konsumsi energi listrik dari PLN.

## 2. Metode

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang telah terinstal pada *rooftop* Gedung Teknik lantai 6 terbagi menjadi 2 instalasi yaitu *offgrid* dan *on-grid*. Sebanyak 28 panel surya dengan nilai daya masing-masing adalah 360 Wp. Sehingga total daya terbangkitnya sebesar 10,080 kW. Panel Surya sejumlah 28 unit tersebut dibagi menjadi 2 jenis fungsi penggunaan, yaitu 12 panel surya dirangkai secara *offgrid* sebesar 4.320 watt dan 16 panel surya dirangkai secara *on-grid* sebesar 5.760 watt, berikut foto panel surya yang telah terinstal di Gedung Teknik ditunjukkan dalam Gambar 1, dan spesifikasi teknis 1 unit panel surya ditunjukkan dalam Tabel 1.

Titik koordinat lokasi instalasi panel surya adalah sebesar (-8.1578, 113.7240). Sudut deklinasi diasumsikan sebesar 23,45°. Sehingga diperoleh pemilihan arah panel adalah ke arah utara dan kemiringannya sebesar 14°. [5][6]

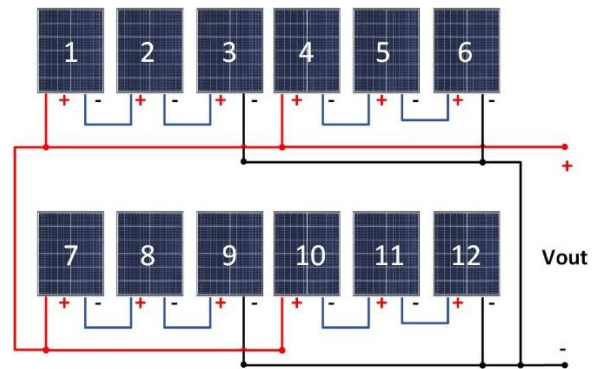


Gambar 1. Instalasi Panel Surya di Gedung Teknik

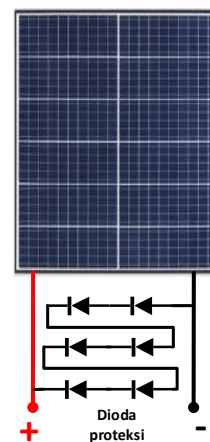
Tabel 1. Spesifikasi Teknis Panel Surya

Model	Maysun Solar MS360M-60H
Rated Maximun Power (Pm)	360 W
Voltage at Pmax (Vmp)	33.7 volt
Current at Pmax (Imp)	10.69 ampere
Open-Circuit Voltage (Voc)	40.9 volt
Short Circui Voltage (Isc)	11.2 ampere
Normal Operating Cell Temp (NOCT)	45 ± 2°C

Output 28 unit panel surya tersebut masuk kedalam 1 unit alat peraga yang berisi 2 unit inverter, yaitu inverter untuk *on-grid* dan *off-grid*. Pada penelitian ini digunakan sistem instalasi perangkat *offgrid*, yang terdiri dari 12 unit panel surya dirangkai seri setiap 3 unit kemudian diparalelkan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2 [7][8].



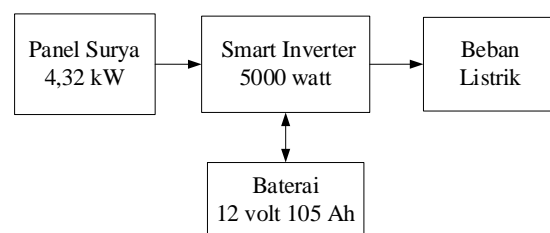
Gambar 2. Rangkaian Panel Surya



Gambar 3. Rangkaian Panel Surya

Setiap panel surya terdapat dioda yang terletak pada kotak *junction* berfungsi sebagai proteksi jika terjadi *shading* pada salah satu panel surya. Terdapat sebanyak 120 *cell* pada satu panel surya, sehingga dibutuhkan 6 unit diode yang dirangkai deri seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3. [9]

Total daya terbangkit 4,32 kW masuk ke dalam smart inverter yang didalamnya terdapat kontroler MPPT untuk *charging* 8 unit baterai dengan spesifikasi masing - masing 12 volt 105 Ah. Empat unit baterai dirangkai seri dan dirangkai paralel, sehingga *output* nya menjadi 48 volt sesuai kebutuhan *smart* inverter. Tegangan baterai diubah menjadi tegangan AC oleh inverter untuk mengaktifkan beban listrik seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem *offgrid*

Instalasi PLTS *offgrid* pada diagram blok diatas adalah instalasi *AC coupling* [10][11], dimana daya listrik yang dibangkitkan oleh panel surya dapat langsung digunakan oleh beban listrik ketika kebutuhan dayanya tercukupi. Jika masih ada lebih, maka dapat digunakan untuk mengisi baterai pada saat yang sama. Jadi pada sistem *AC coupling*, prioritasnya adalah beban listrik terlebih dahulu selama daya yang dibangkitkan panel surya mencukupi untuk kebutuhan beban listrik. Berbeda dengan sistem *DC coupling* [12][13], dimana energi yang terpakai hanya dapat diambil dari energi listrik baterai, tidak dapat langsung dari panel surya seperti pada sistem *AC coupling*.

Sistem PLTS *offgrid* digunakan sebagai sumber energi listrik lampu penerangan di Gedung Teknik lantai 3. Sejumlah 25 lampu yang memiliki daya 38 watt setiap lampunya memiliki total konsumsi daya sebesar 950 watt, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Beban

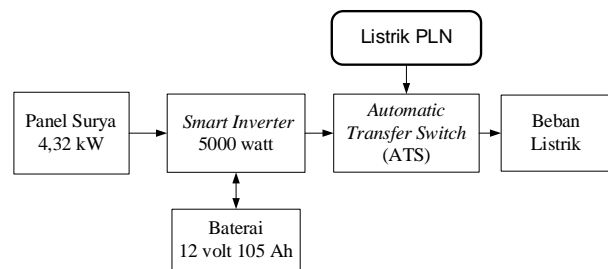
No.	Jenis beban	Daya (watt)	Jumlah beban (unit)	Total daya (watt)	Lama waktu penyalaan (jam)	Energi (Wh)
1.	Lampu	38	25	950	6	5.700

Berdasarkan Tabel 2, dapat dituliskan perhitungan sebagai berikut:

- Total konsumsi energi dengan perkiraan rugi-rugi sebesar 10% = 6270 Wh
- Energi Baterai kebutuhan baterai per hari dengan pertimbangan konsumsi energi beban, efisiensi inverter 93% dan *Depth of Discharge* (DoD) Baterai 80% = 8427 Wh
- Baterai yang tersedia = 12 volt 105 Ah sebanyak 8 unit. Jadi total Energi baterai yang tersedia = 10080 Wh
- Daya 1 unit panel surya = 360 Wp

Lama penyinaran efektif diasumsikan selama 4 jam, sehingga untuk mencukupi kebutuhan energi diperlukan jumlah panel surya minimal 8 unit.

Spesifikasi ketersediaan PLTS yang telah terinstal diperkirakan cukup untuk mengaktifkan beban listrik berupa lampu penerangan sesuai dengan perhitungan tersebut. Sumber listrik utama pada lampu penerangan di Gedung Teknik lantai 3 adalah PLTS, tetapi masih diperlukan listrik PLN sebagai tenaga listrik pengganti jika sewaktu-waktu energi listrik yang dihasilkan kurang bisa mencukupi kebutuhan listrik misalkan dikarenakan kondisi cuaca mendung. Gambar 5 menunjukkan adanya penambahan perangkat *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang digunakan untuk memindah koneksi dari PLTS ke listrik PLN [14][15].



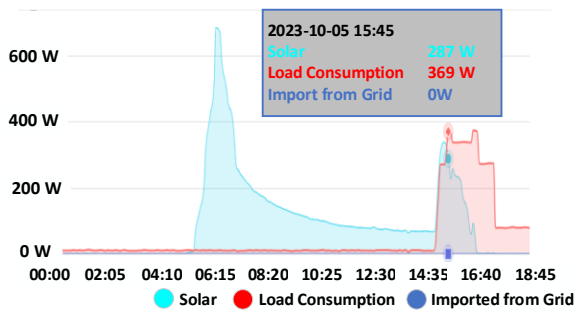
Gambar 5. Diagram Blok PLTS dengan ATS

### 3. Hasil dan Pembahasan

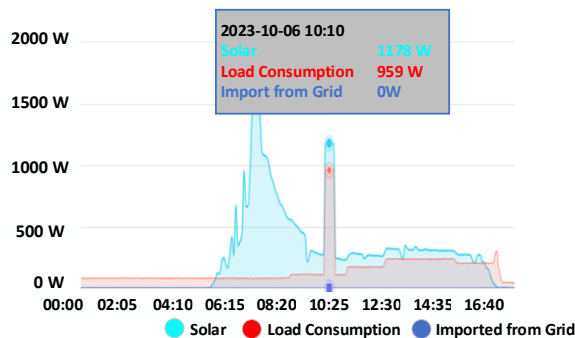
PLTS pada Gedung Teknik Politeknik Negeri Jember diinstal secara *offgrid* rangkaian *AC coupling*, dimana beban listrik menerima sumber listrik langsung dari daya terbangkit panel surya yang tentunya melewati inverter lebih dahulu untuk mengubah tegangan DC menjadi AC. Pada Gambar 6, menunjukkan bahwa panel surya mulai membangkitkan daya sampai diatas 600 W pada garis biru. Karena konsumsi daya beban kecil dan baterai pada PLTS telah berada dalam kondisi *full charge*, daya terbangkit pada panel surya perlahan mulai turun. Kemudian, pada pukul 15:00 lampu penerangan dinyalakan, terlihat garis warna merah yang menyatakan konsumsi daya mulai naik mendekati 400 W begitu juga garis warna biru juga naik mengikuti kebutuhan daya beban.

Pengujian selanjutnya dilakukan pada pukul 10:10 WIB dengan cara menyalakan semua lampu pada lantai 3 Gedung Teknik. Pada gambar 7 menunjukkan Total konsumsi daya beban sebesar 959 W diikuti oleh produksi daya listrik dari hasil pembangkit panel surya juga ikut naik. Produksi daya panel surya, mencukupi kebutuhan daya listrik hal ini ditunjukkan dengan pola kenaikan produksi daya listrik garis warna biru sesuai dengan konsumsi daya listrik garis warna merah mulai pukul 10:00 sampai pukul 17:00.

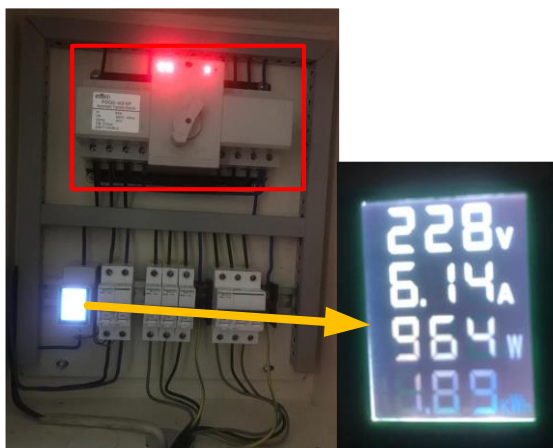
Pada Gambar 8, menunjukkan panel box yang didalamnya terdapat *Automatic Transfer Switch* (ATS), beberapa MCB, dan kWh meter. Seperti yang ditunjukkan dalam blok diagram pada Gambar 4, ATS terkoneksi juga dengan listrik PLN. Pada garis kotak warna merah Gambar 8, *switch* ATS menghadap ke arah kanan berarti prioritas utama pengaktifan lampu adalah menggunakan sistem PLTS. Jika daya terbangkit dari PLTS kurang mencukupi kebutuhan beban, maka *switch* akan langsung beralih ke kiri, hal ini menandakan lampu penerangan sedang di supply oleh sumber listrik dari PLN. Perangkat kWh meter yang terpasang, menunjukkan nilai konsumsi daya sebesar 964 W, tegangan 228 volt, dan arus sebesar 6,14 A. Daya terukur nilai mendekati dengan hasil pembacaan yang ditunjukkan dalam Gambar 7.



Gambar 6. Hasil Pengujian Sistem PLTS beban Rendah



Gambar 7. Hasil Pengujian Sistem PLTS beban Puncak



Gambar 8. Perangkat ATS dan Hasil Pembacaan kWh meter

#### 4. Kesimpulan

Integrasi PLTS di Gedung Teknik Lantai 6 telah berhasil dilakukan untuk mensuplai lampu penerangan di Gedung Teknik Lantai 3 sebanyak 25 unit lampu dengan total konsumsi daya adalah 964 watt. Sistem PLTS diinstal secara *offgrid* rangkaian *AC coupling* yang terdiri dari 12 unit panel surya masing-masing berkapasitas daya 360 watt, 1 unit inverter 5000 watt, dan 8 unit baterai 12 volt 105 Ah. Untuk selanjutnya diperlukan penambahan baterai dan beban listrik supaya dapat memaksimalkan hasil produksi daya PLTS.

#### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada P3M Politeknik Negeri Jember yang telah memberikan dukungan dana sehingga dapat terselesaikannya penelitian dan pelaksanaan publikasi ini

#### Referensi

- [1]. Setyono, Agus Eko, Berkah F.T.K. "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050". *Jurnal Energi Baru & Terbarukan* Vol. 2 No. 3. Pp. 154 - 162 [online serial]. Tersedia <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jebt/article/download/11157/6570> [diakses 11 oktober 2023]
- [2]. Arif, Nurfadhilah, Kastono. "Potensi Energi Surya sebagai Energi Listrik Alternatif berbasis RETScreen di Kota Palopo, Indonesia". *Jurnal Dewantara*. Vol. 1 No. 1. Pp. 38 – 42. November 2020. [online serial]. Tersedia <https://jurnal.atidewantara.ac.id/index.php/djtech/article/download/23/12> [diakses 11 oktober 2023]
- [3]. Santoso, Ari, Daeng S.P, Akhmad J.F, Achmad H, Adi W, M. Khambali, Yusnan B. *Community Development Journal*. Vol. 4 No. 2. Pp. 4116 – 4120 Juni 2023. [online serial]. Tersedia <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/cdj/article/view/14735/12111> [diakses 16 oktober 2023]
- [4]. Wicaksono, M.T.C, Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Photovoltaic Rooftop Pada Gedung Gardu Induk Kantor Pusat PT Pembangkit Jawa Bali Aisyah *Journal of Informatics and Electrical Engineering* Vol. 4. No. 2. 107 – 115. 2022. [online serial]. Tersedia [diakses 15 oktober 2023] <https://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE/article/view/listrikabdinario/listrikabdinario>
- [5]. Rimbawati, Kris A M S, Juli R. Budhi S.K. Penentuan Kemiringan Panel Surya Menggunakan Metode Azimut Pada PLTS Rumah Sumbul. *SEMNASTEK* Pp.61 – 66. 2023. [online serial]. Tersedia [diakses 3 Agustus 2024] <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/download/7245/5304>
- [6]. Friska A.F.S, Pangestuningtyas D.L, dan Eriko A.K, Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Potensi Pemanfaatan PLTS *Rooftop* di Bengkel Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang. *Jurnal Rekayasa Energi* Vol. 01, No. 01. Pp. 1 – 8. 2022. [online serial]. Tersedia [diakses 3 Agustus 2024]. <https://jre.polindra.ac.id/index.php/jre/article/view/5>
- [7]. Nadhiroh, Nuha, Anicetus D.A, Kusnadi, Murie D. Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) Untuk Warga Guha Kulon Klapanunggal. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*. Vol. 11. No.1 Pp. 59-66. Maret 2022 [online serial]. Tersedia [diakses 11 oktober 2023] <https://jurnal.unpad.ac.id/dharmakarya/article/view/36331/17276>
- [8]. Naim, Muhammad. Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti. *Vertex Elektro*. Vol. 12. No. 1. Pp. 17 -25. Februari 2020 [online serial]. Tersedia [diakses 15 oktober 2023] <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/vertex/article/download/4013/2739>

- [9]. Jusran, AS. Chairul G.I, Henry C. Pemodelan Persamaan Modul *Photovoltaic* Yang Memiliki Dioda *Bypass* Pada Saat Gangguan *Shading*. TESLA: Jurnal Teknik Elektro. Vol. 22. No. 1. Pp. 69 -79. Maret 2020. [online serial]. Tersedia [diakses 1 Agustus 2024] <https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/7114/5352> DA SAAT GANGGUAN SHADING (untar.ac.id)
- [10]. Hasanah. AW. Rahmad Febryan. Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6,4 Kwp Untuk 1 Unit Rumah Timggal. Jurnal Ilmiah : Energi dan Kelistrikan. Vol. 13. No. 1. Pp. 20 – 25. Juni 2021 [online serial]. Tersedia [diakses 15 oktober 2023] <https://media.neliti.com/media/publications/391831-none-d16d1957.pdf>
- [11]. Setyawan. Andre. Agus Ulinuha. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station. Transmisi : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Vol. 24. No. 1 Pp. 23 – 28. Januari 2022. [online serial]. Tersedia [diakses 15 oktober 2023] <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi/article/download/42039/pdf>
- [12]. Hani, S., Santoso, G., Subandi, & Arifin, N. (2021). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid Dengan Sistem DC Coupling Berkapasitas 17 kWP Pada Gedung. Prosiding Seminar Nasional Teknoka, Vol. 5. 2020. Pp. 156–163. [online serial]. Tersedia [diakses 13 desember 2023] <https://journal.uhamka.ac.id/index.php/teknoka/article/view/10271/3265>
- [13]. Latasya. Zikra, Ira D.S., Syahrizal. Analisis Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-grid Terpusat Dusun Ketubong Tunong Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya. KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro. Vol. 4. No. 2 2019. Pp. 1 -14. . [online serial]. Tersedia [diakses 15 oktober 2023] <https://jurnal.usk.ac.id/kitektro/article/download/12951/10777>
- [14]. Riyanto. Sugeng. Imam A.P. Perancangan Instalasi Listrik Hybrid Menggunakan Sumber Jaringan Listrik PLN dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Bangunan Gedung Sekolah SMPN 7 Kota Tarakan. Jurnal INOVTEK seri Elektro. Vol. 3 No. 3. Pp. 105 – 115. Desember 2021. [online serial]. Tersedia [diakses 15 oktober 2023] <http://ejournal.polbeng.ac.id/index.php/ISE/article/download/2179/pdf>
- [15]. Sudewanto. Suhardhika Sih, Munawar Agus Riyadi Evaluasi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid di Laboratorium B PLN UDPL Pandaan. TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, dan Kontrol. Vol. 8 No.2. Pp. 165-174. November 2022. [online serial]. Tersedia [diakses 15 oktober 2023] <https://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/view/telka.v8n2.165-174/pdf>