

ANALISA PERFORMA INVERTER 40 KWP PLTS ATAP UNPAM VIKTOR

Agung Dwi Herlangga¹, Seflahir Dinata²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pamulang

^{1,2}Jalan Puspitek Raya No.46 Buaran, Setu, Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia.

¹Agungdwi630@gmaol.com

²dosen01138@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 01 Nov 2023
revisi : 08 Nov 2023
diterima : 15 Nov 2023
dipublish : 22 Nov 2023

ABSTRAK

Sistem PLTS secara on-grid memungkinkan pengguna menghasilkan energi listrik yang terhubung dengan jaringan PLN. Agar sistem PLTS yang terpasang dapat bertahan lama, maka menjaga inverter agar dalam kondisi yang optimal sesuai dengan prosedur pemasangan adalah hal yang utama. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisa daya pada PLTS ATAP Universitas Pamulang yang nantinya masuk ke inverter sesuai dengan pembebanan pada inverter SUNGROW SG40CX. Pengukuran pada penelitian ini meliputi pengujian iradiasi matahari, suhu PV dengan menggunakan alat SEAWARD SOLAR SURVEY 200R. Dari hasil pengukuran dan hasil perhitungan yang dilakukan selama penelitian diketahui efisiensi rata-rata inverter terendah didapat pada angka 96,3% dan efisiensi rata-rata tertinggi didapat pada angka 98,35%. Performa rata-rata inverter yang didapat selama penelitian berada pada angka 12,29% hingga 70,96%.

Kata kunci : PLTS, PLTS On-Grid, Efisiensi Inverter, Performa Inverter

ABSTRACT

On-grid solar power systems allow users to generate electrical energy connected to the PLN grid. In order for the installed PLTS system to last a long time, keeping the inverter in optimal condition according to the installation procedure is the main thing. So this research aims to analyze the power on the Pamulang University ATAP PLTS which will enter the inverter according to the loading on the SUNGROW SG40CX inverter. Measurements in this study include testing solar irradiation, PV temperature using the SEAWARD SOLAR SURVEY 200R tool. From the measurement results and calculation results carried out during the study, it is known that the lowest inverter average efficiency is obtained at 96.3% and the highest average efficiency is obtained at 98.35%. The average inverter performance obtained during the study was 12.29% to 70.96%.

Keywords: Solar PV, On-Grid Solar PV, Inverter Efficiency, Inverter Performance

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber energi pada saat ini sangat meningkat untuk memenuhi kebutuhan kehidupan sehari-hari. Banyak peralatan yang menggunakan tenaga listrik untuk mempermudah pekerjaan baik dalam bidang industri maupun rumah tangga. Sehingga agar dapat menyuplai kebutuhan energi tersebut banyak dikembangkan sumber tenaga atau sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan dapat diperbarui (Martawati dkk., 2018).

Salah satunya adalah energi surya yang nantinya dapat dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sinar matahari selalu ada setiap hari selama waktu yang cukup lama dengan perkiraan 12 jam, sehingga penggunaan sinar matahari sangat menguntungkan dan ramah lingkungan. Konsumen harus merancang alat untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik, yang dapat digunakan setiap hari(Amalia dkk., 2022).

Inverter adalah komponen penting dari sistem PLTS. Inverter mengubah listrik DC yang dihasilkan oleh panel surya menjadi listrik AC, yang dapat digunakan oleh beban rumah tangga atau dikirim ke jaringan(Amalia dkk., 2022). Efisiensi nominal inverter ditunjukkan dalam spesifikasi pabrikan dan merupakan nilai yang ditunjukkan selama pengoperasian dalam rentang tegangan inverter nominal dan pada beban parsial antara 50% dan 80% daya nominal. Nilai ini dapat berubah sesuai dengan daya input dan tegangan rangkaian PV. Dalam praktiknya, hal ini sangat sulit untuk dipertahankan. Ini karena radiasi matahari dan suhu lingkungan secara langsung mempengaruhi tegangan inverter, yang dapat menyebabkan efisiensi inverter tidak sesuai dengan kondisi nominalnya (Ketjoy dkk., 2021)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa daya, efisiensi, dan performa inverter SUNGROW SG40CX pada PLTS ATAP Universitas Pamulang.

TEORI

A. Sistem PLTS On-Grid

Sistem pembangkit listrik PLTS terinterkoneksi (On Grid) atau sistem photovoltaic terinterkoneksi jaringan adalah sistem yang menghasilkan listrik dengan menggunakan radiasi matahari. Seperti namanya, sistem ini akan terhubung ke jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui modul surya atau modul photovoltaic, yang menghasilkan jumlah listrik yang paling mungkin (Rezky Ramadhan dkk., 2022).

B. Panel Surya

Panel surya merupakan perangkat utama dalam sistem Pembangkit Tenaga Surya (PLTS). Pada panel surya terdapat peristiwa mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang biasa disebut dengan istilah efek fotolistirik. Sebuah panel surya terdiri dari

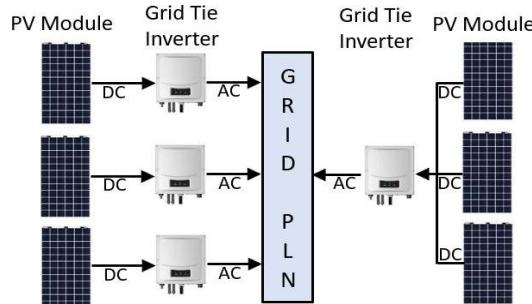
beberapa sel surya. Sel surya inilah yang nantinya menangkap intensitas cahaya matahari untuk diubah menjadi arus listrik bergantung pada cuaca (berawan, hujan, mendung). Jika cuaca mendung atau bahkan hujan maka arus listrik akan menurun.

Sel surya terbuat dari bahan semikonduktor tipe n dan p. Tipe n mengandung banyak electron dan tipe p mengandung proton. Medan listrik muncul di sekitar permukaan di mana kedua lapisan p-n bersentuhan. Ini terjadi ketika foton matahari menyentuh permukaan sel surya, elektron-elektron dari semikonduktor tipe n bergerak ke semikonduktor tipe p, menyebabkan arus listrik(Kurniawan dkk., 2022).

C. Inverter

Inverter adalah suatu alat yang mengubah tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC). Fungsi inverter adalah mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC simetris dengan besaran dan frekuensi yang diperlukan. Pemilihan inverter sendiri disarankan kapasitas dari inverter setidaknya 20% lebih tinggi dari perkiraan beban. (Rezky Ramadhana dkk., 2022)

Micro-inverter mengubah arus searah yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik. Daya AC dari masing-masing micro-inverter digabungkan dengan daya micro-inverter lainnya dan dikirim ke jaringan Listrik (Purnomo dkk., 2023).



Gambar 1. Micro-inverter (kiri) dan String-inverter (kanan)

Sumber : (Purnomo dkk., 2023)

Inverter string tidak hanya terhubung ke panel surya seperti mikroinverter. Output AC dari inverter string dapat digabungkan dengan output inverter string lainnya. (Purnomo dkk., 2023).

D. Performa Inverter

Tingkat utilitas inverter ditunjukkan oleh persamaan (Ali dkk., 2017) :

$$\% \frac{P_o}{P_{INV}} = \frac{P_o}{P_{INV}} \times 100\%$$

Dimana :

P_o : Daya keluaran Panel (W)

P_INV : Daya Inverter (W)

E. Efisiensi Inverter

Untuk mengetahui efisiensi dari inverter dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Wati dkk., 2023) :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana :

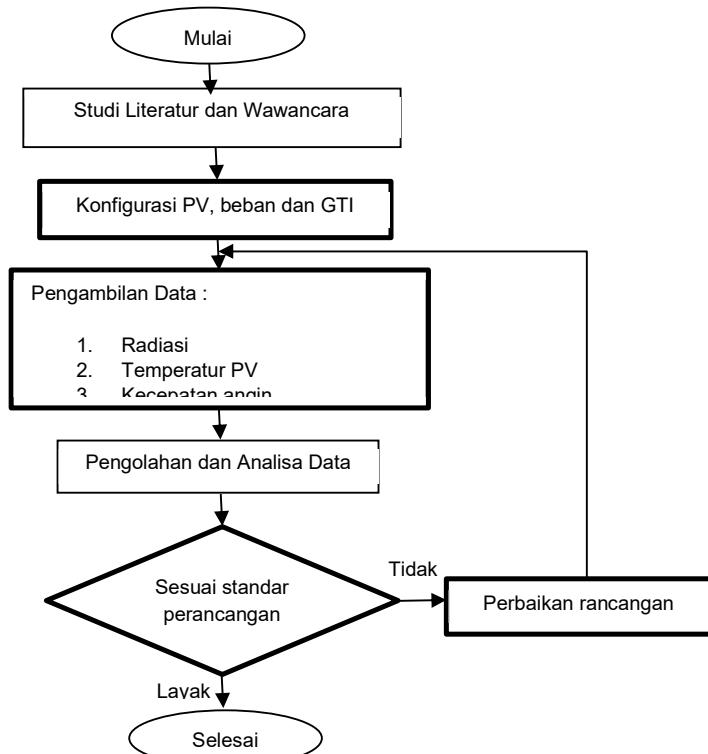
η : Efisiensi Inverter (%)

P_{in} : Daya masukan (W)

P_{out} : Daya keluaran (W)

METODOLOGI

Dalam penelitian “ANALISA PERFORMA INVERTER 40 kWp PLTS ATAP UNIVERSITAS PAMULANG” terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan agar penelitian berjalan sesuai rencana. Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

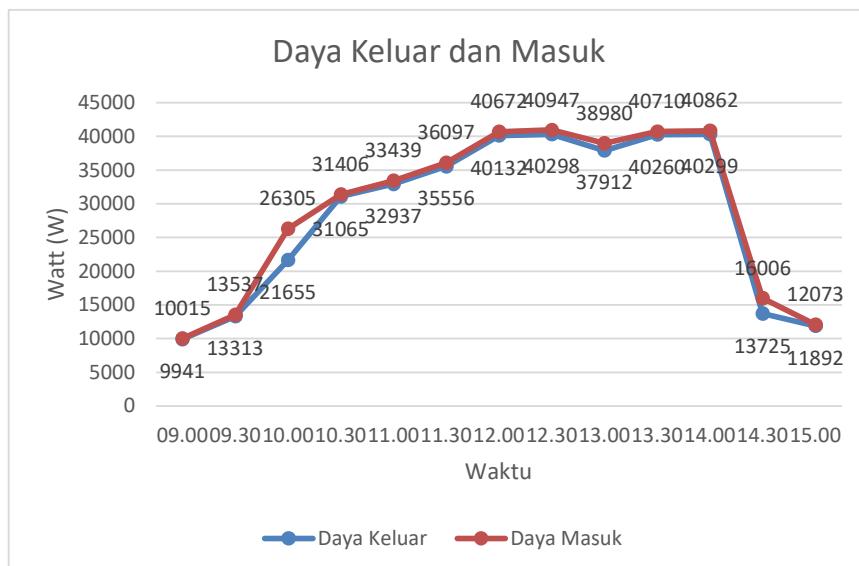
Pengukuran radiasi matahari dilakukan secara langsung selama kurang lebih 7 hari setiap jam 9.00 s.d 15.00 WIB. Pengambilan data ini dilakukan di atap Gedung B Universitas Pamulang Viktor yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar radiasi matahari yang dapat ditangkap oleh PV yang nantinya akan menghasilkan sumber listrik DC sebelum diubah oleh inverter menjadi listrik untuk kebutuhan rumah tangga. Adapun alat yang dipakai dalam pengukuran radiasi matahari ini merupakan Seaward Solar Survey 200R dan Anemometer GM816 untuk mengetahui kondisi suhu dan kecepatan angin sekitar area PV.

Pengukuran yang dilakukan pada string 1 di ATAP UNPAM Viktor menggunakan alat Solar Survey 200R dan Anemometer G816. Penelitian meliputi radiasi matahari, suhu PV, suhu area, daya masuk inverter, dan daya keluar inverter sesuai dengan waktu dan kondisi pada saat penelitian, dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengukuran Hari ke-1

Data Hari Rabu, 6 Maret 2024						
Waktu	Radiasi (W/m ²)	T _p (°C)	T _a (°C)	P _{out} (W)	P _{in} (W)	Kondisi
9.00	351	38	31	9941	10015	Cerah
9.30	487	39	32	13313	13537	Cerah
10.00	827	46	36	21655	26305	Cerah
10.30	863	47	34	31065	31406	Cerah
11.00	955	38	34	32937	33439	Cerah
11.30	886	36	33	35556	36097	Cerah
12.00	789	39	34	40132	40672	Cerah
12.30	963	41	35	40298	40947	Cerah
13.00	424	37	34	37912	38980	Cerah
13.30	938	40	34	40260	40710	Cerah
14.00	739	42	34	40299	40862	Cerah
14.30	191	38	33	13725	16006	Berawan
15.00	427	34	31	11892	12073	Cerah
Rata-rata	680	39,62	33,46	28383,4	29311,4	

Terlihat pada table 1 menunjukkan bahwa radiasi tertinggi ada pada jam 12.30 dengan radiasi yang mencapai 963 [W/m]² dan suhu tertinggi ada pada jam 10.30 dengan suhu mencapai 47°C. Sedangkan radiasi terendah ada pada jam 14.30 dengan radiasi 191 [W/m]² dan suhu terendah terdapat pada jam 15.00 dengan suhu 34°C. Daya masuk inverter tertinggi sebesar 40907 W dan daya masuk inverter terendah sebesar 8703 W. Daya keluar inverter tertinggi sebesar 40298 W dan daya keluar terendah sebesar 8674 W. Besar kecilnya daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh radiasi dan juga suhu dari PV disetiap string.



Gambar 3. Grafik pengukuran hari ke-1

Pada gambar 3 terlihat grafik dari daya masuk dan daya keluar pada inverter SUNGROW SG40CX, dimana pada jam 14.30 dan 15.00 terjadi penurunan daya yang disebakan oleh cuaca yang mendung.

Untuk perhitungan efisiensi digunakan untuk melihat seberapa besar konversi daya listrik yang dilakukan inverter dimana, nilai efisiensi inverter didapat dari daya keluar yang dibagi dengan daya masuk menggunakan persamaan :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{9941}{10015} \times 100\% = 99,26110834\%$$

Untuk menghitung performa dari inverter dapat dari daya masuk inverter dibagi dengan kapasitas inverter menggunakan persamaan :

$$\% \frac{P_o}{P_{INV}} = \frac{P_o}{P_{INV}} \times 100\%$$

$$\% \frac{P_o}{P_{INV}} = \frac{10015}{40000} \times 100\%$$

$$\% \frac{P_o}{P_{INV}} = 24,8525\%$$

A. Daya Berlebih pada Inverter

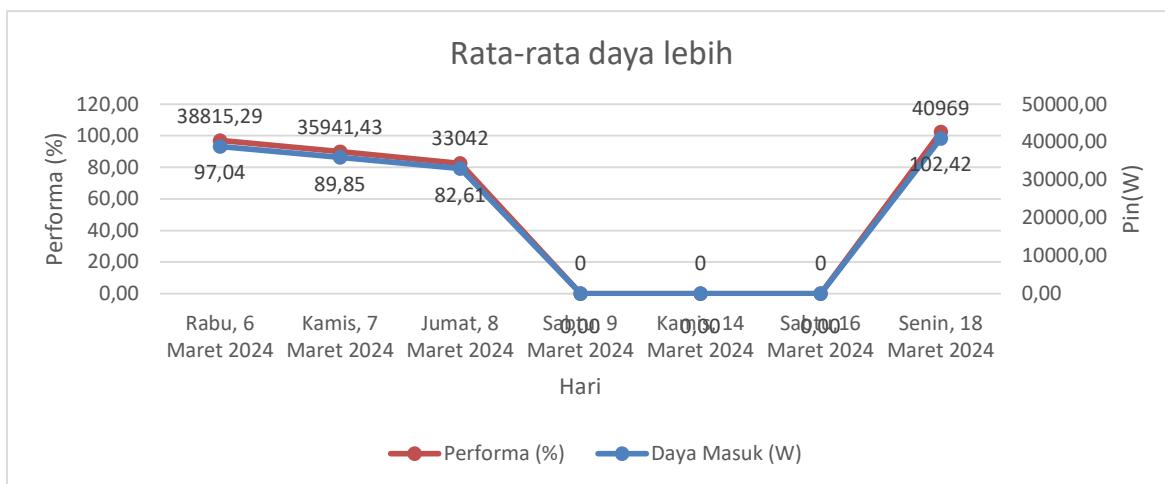
Pada penelitian yang dilakukan terdapat daya yang melebihi kapasitas dari inverter, apabila daya lebih tersebut sering terjadi maka akan mengurangi lifetime dari komponen inverter. Untuk memperpanjang masa pakai inverter maka penggunaan daya dari inverter

sebaiknya 80% dari kapasitasnya. Yang dimana berarti 80% dari 40 kWp adalah 32 kWp atau 20% dari daya yang dihasilkan oleh PLTS UNPAM Viktor sebesar 39,1 kWp dengan asumsi loss sebesar 15% adalah 46,92 kWp. Berikut ini merupakan data rata-rata daya yang melebihi 32 Kwp selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada tabel 3 :

Tabel 2. Rata-rata daya berlebih

Hari	Pin (W)	Performa (%)
Rabu, 6 Maret 2024	38815,29	97,04
Kamis, 7 Maret 2024	35941,43	89,85
Jumat, 8 Maret 2024	33042	82,61
Sabtu, 9 Maret 2024	-	-
Kamis, 14 Maret 2024	-	-
Sabtu, 16 Maret 2024	-	-
Senin, 18 Maret 2024	40969,00	102,42

Data pada tabel 3 terlihat bahwa daya berlebih terjadi selalu terjadi. Daya berlebih ini terjadi pada saat radiasi matahari yang masuk ke panel surya dalam kadaan tinggi. jika disajikan dalam grafik maka dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Daya Berlebih

Pada gambar 5 terlihat grafik rata-rata daya masuk yang mendekati atau bahkan melebihi kapasitas dari inverter selama penelitian berlangsung. Diketahui pada hari pertama terdapat banyak daya yang hampir mendekati kapasitas dari inverter pada rata-rata 38815,29 W dengan performa rata-rata 97,04 %. Terdapat juga hari tertentu dimana daya masuk masih pada batas wajar.

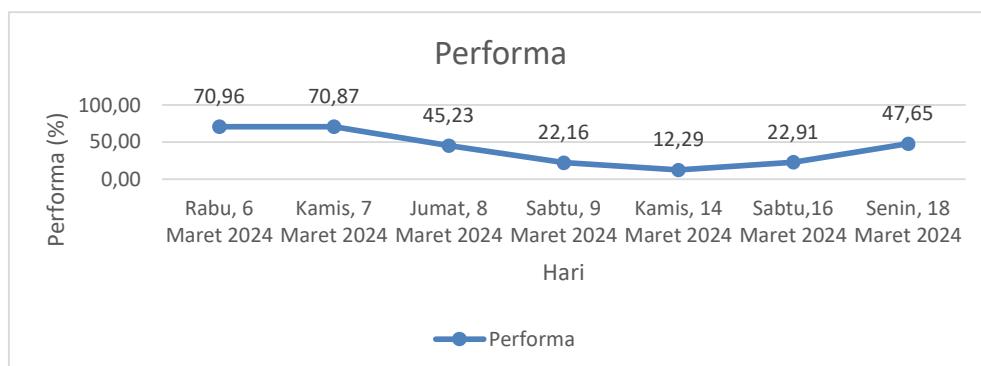
B. Performa Inverter Selama Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan selama 7 hari di PLTS ATAP Universitas Pamulang Viktor maka dapat dilihat performa inverter sebagai berikut :

Tabel 3. Performa Selama 7 Hari Penelitian

Hari	Performa (%)
Rabu, 6 Maret 2024	70,96
Kamis, 7 Maret 2024	70,87
Jumat, 8 Maret 2024	45,23
Sabtu, 9 Maret 2024	22,16
Kamis, 14 Maret 2024	12,29
Sabtu, 16 Maret 2024	22,91
Senin, 18 Maret 2024	47,65

Terlihat pada tabel 6 rata-rata performa dari inverter selama 7 hari penelitian yang dilakukan di ATAP Universitas Pamulang Viktor. Pada saat penelitian berlangsung, cuaca di lokasi penelitian tidak menentu sehingga menyebabkan performa dari inverter mengalami kenaikan dan penurunan.



Gambar 5. Grafik Performa Inverter Selama 7 Hari

Pada gambar 7 terlihat grafik performa dari inverter SUNGROW SG40CX selama penelitian berlangsung. Performa dari inverter pada hari ke-1 dan 2 terbilang cukup tinggi yang berkisar diatas 70% sedangkan pada hari ke-4 hingga ke-6 terbilang cukup rendah dengan kisaran dibawah 30%. Tinggi rendahnya performa inverter tidak terlepas dari daya yang dihasilkan serta radiasi dan juga suhu pada PV.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, daya yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi oleh intensitas radiasi dan suhu yang diterima oleh seluruh string panel. Rata-rata radiasi yang terukur berada dalam rentang 175,85 W/m² hingga 680 W/m² dengan suhu berkisar antara 28,2°C hingga 39,62°C pada string 1, di mana panel yang kurang optimal dalam menangkap radiasi dapat menyebabkan penurunan daya pada string tersebut. Efisiensi inverter selama

penelitian tercatat berada dalam kisaran 96,30% hingga 98,35%, yang mendekati efisiensi maksimum berdasarkan data sheet inverter sebesar 98,6%. Performa inverter menunjukkan adanya titik-titik di mana daya keluarannya melebihi kapasitas maksimumnya pada interval waktu tertentu, sehingga performa sesaat dapat melampaui 100%. Namun, jika dianalisis berdasarkan rata-rata harian, performa inverter berada dalam kisaran 12,29% hingga 75,13%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa inverter SUNGROW SG40CX yang digunakan pada sistem PLTS atap Universitas Pamulang bekerja dengan baik dan mampu mengonversi daya dengan efisiensi tinggi sesuai dengan spesifikasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H. M., Setiawan, E. A., Setiawan, A., & Siregar, D. (2017). ANALYSIS ON SOLAR PANEL PERFORMANCE AND PV-INVERTER CONFIGURATION FOR TROPICAL REGION. Dalam Journal of Thermal Engineering (Vol. 3, Nomor 3). Yildiz Technical University Press.
- Amalia, D., Abdillah, H., & Hariyadi, T. W. (2022). Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50wp Yang Dirangkai Seri Dan Paralel Pada Instalasi Plts off-grid. ELEMENTER, 8(1).
- Ketjoy, N., Chamsa-ard, W., & Mensin, P. (2021). Analysis of factors affecting efficiency of inverters: Case study grid-connected PV systems in lower northern region of Thailand. Energy Reports, 7, 3857–3868. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.06.075>
- Kurniawan, I., Mesin Politeknik Negeri Sambas, T., Raya Sejangkung, J., & Barat, K. (2022). Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. 6(1), 26–35.
- Mansur, A. (2021). ANALISA KINERJA PLTS ON GRID 50 KWP AKIBAT EFEK BAYANGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYST. Transmisi, 23(1), 28–33. <https://doi.org/10.14710/transmisi.23.1.28-33>
- Martawati, M., Mesin, J. T., & Malang, P. N. (2018). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya.
- Mubarok, A. (2023). PERENCANAAN INSTALASI PLTS ON-GRID KAPASITAS 118 KWP DI CIJERAH BANDUNG PADA PROYEK PT ATW SOLAR.
- Purnomo, S., Arief, Y. Z., Jaenul, A., & Wilyanti, S. (2023). ANALISIS PENGARUH CUACA TERHADAP EFISIENSI PANEL SURYA GRID TIE MENGGUNAKAN KONFIGURASI MICRO INVERTER DAN STRING INVERTER TERHADAP ENERGI YANG DIHASILKAN. Jurnal Media Elektro, 100–110. <https://doi.org/10.35508/jme.v12i2.12648>
- Ramadhania Nurhakim, F., Gun, G., Gunadi, R., & Ulfiana, A. (2022). Monitoring dan Analisa Performa Inverter pada PLTS Off-Grid Satu Fasa Berbasis Arduino di Laboratorium Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta. Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. <http://prosiding.pnj.ac.id>
- Rezky Ramadhana, R., Iqbal, M. M., Hafid, A., & Teknik Elektro, J. (2022). ANALISIS PLTS ON GRID. 14(1).



- Sutikno, T., Subrata, A. C., Purnama, H. S., Arsadiando, W., Pamungkas, A., & Wahono, T. (2022). Kemajuan Teknologi Konverter, MPPT, Penyimpanan Energi dan Stabilitas pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
- Uli, I., & Simanjuntak, V. (2022). Analisa Anti Islanding pada Inverter 3 Fase PLTS Hybrid 5 Kw Terhadap Jaringan PLN. CYCLOTRON, 5(02). <https://doi.org/10.30651/cl.v5i2>
- Wati, E., Pramono Jati, B., & Nugroho, D. (2023). Analisa Performa Kinerja PLTS Off Grid yang Dirangkai Secara Seri Paralel untuk Penerangan Ruangan. 8(2). <https://doi.org/10.31851/ampere>