

Simulasi PLTS Prediksi Daya Desa Gunung Halu Dengan Simulink

Rivo Rivaldo Achmad Sevano
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rivoras@student.telkomuniversity.ac.id

Kharisma Bani Adam
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

kharismaadam@telkomuniversity.ac.id

Bandiyah Sri Aprillia
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

bandiyah@telkomuniversity.co.id

Penelitian ini mengevaluasi potensi pemanfaatan energi surya di Indonesia, khususnya desa Gununghalu, dengan rata-rata iradiasi sekitar 4,8 kWh/m²/hari. Meskipun potensi instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mencapai 112,67 GWp, pemanfaatannya masih rendah disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dan keterampilan. Penelitian menggunakan MATLAB Simulink untuk merancang dan mensimulasikan sistem PLTS 5 kWp, menitikberatkan pada analisis kinerja teknis dan ekonomis. Simulasi melibatkan komponen seperti panel surya, inverter z source, dan metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) Perturb and Observe (PnO). Pengujian menunjukkan peningkatan daya setelah penggunaan inverter 3 phase, meningkatkan efisiensi dan ketersediaan daya listrik.

Kata Kunci -Energi Surya, PLTS, MATLAB Simulink

I. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Indonesia, sebagai negara tropis, memiliki iradiasi surya rata-rata sekitar 4,8 kWh/m²/hari, yang setara dengan 112,67 GWp kapasitas instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Namun, pemanfaatan energi surya di Indonesia masih sangat rendah, yaitu hanya sekitar 0,1% dari total kapasitas pembangkit listrik nasional. Salah satu kendala yang dihadapi adalah kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam merancang, mengoperasikan, dan memelihara sistem PLTS.[1]

Pesatnya pertumbuhan sector perikanan, khususnya yang Sistem PLTS adalah sistem yang mengubah energi surya menjadi energi listrik dengan menggunakan sel surya atau panel surya. Sistem PLTS terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu panel surya, inverter, baterai, kontroler pengisian, dan beban. Sistem PLTS dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu sistem PLTS on-grid dan sistem PLTS off-grid. Sistem PLTS on-grid adalah sistem yang terhubung dengan jaringan listrik PLN, sehingga dapat mengirimkan atau menerima energi listrik dari PLN sesuai dengan kebutuhan. Sistem PLTS off-grid adalah sistem yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN, sehingga hanya

mengandalkan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dan disimpan di baterai.[2]

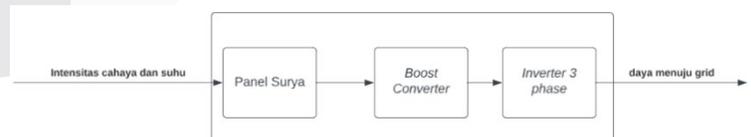
Untuk merancang sistem PLTS yang optimal, efisien, dan andal, diperlukan simulasi sistem PLTS sebelum dilakukan instalasi. Simulasi sistem PLTS dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang dapat membuat, menguji, dan menganalisis model sistem dinamis. Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan adalah MATLAB Simulink, yang merupakan salah satu aplikasi MATLAB yang dapat digunakan untuk membuat blok-blok diagram yang merepresentasikan komponen-komponen sistem PLTS. [2]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mensimulasikan sistem PLTS dengan kapasitas 5 kWp di desa Gununghalu, Kecamatan Gununghalu, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, dengan menggunakan MATLAB Simulink. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem PLTS dari segi teknis dan ekonomis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dan panduan bagi para peneliti, praktisi, dan masyarakat yang tertarik untuk mengembangkan sistem PLTS di daerah pedesaan.[3]

II. METODE

A. Perancangan sistem PLTS

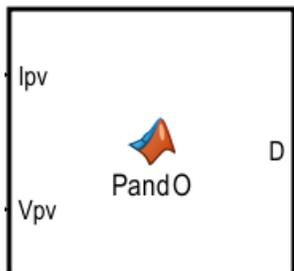
Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah sistem yang mengubah energi surya menjadi energi listrik dengan menggunakan sel surya atau panel surya. PLTS adalah pembangkit listrik yang menggunakan panel surya untuk menangkap dan mengubah energi surya menjadi energi listrik[4]



Gambar 1 diagram blok sistem PLTS

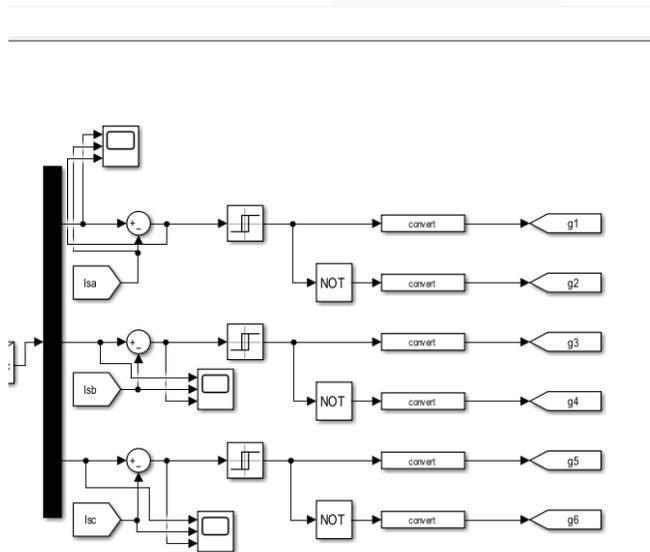
Secara umum intensitas cahaya yang dihasilkan matahari akan menyentuh permukaan dari panel surya. Ketika hal tersebut terjadi akan timbulnya reaksi pergerakan elektron yang disebabkan oleh bahan silicon yang dimiliki panel

surya. Melalui reaksi tersebut diperoleh energi listrik. Selanjutnya listrik akan disalurkan menuju *boost converter* yang bertujuan untuk meningkatkan jumlah produksi tegangan DC yang lebih kuat dilanjutkan inverter 3 phase untuk diubah arus DC menjadi arus AC untuk keperluan beban.



Gambar 2 MPPT PnO

MPPT PnO adalah metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) yang menggunakan algoritma Perturb and Observe (PnO) untuk mencari titik operasi optimal dari panel surya. Metode ini bekerja dengan cara mengubah tegangan atau arus input dari panel surya secara bertahap, dan mengamati perubahan daya outputnya. Jika daya output meningkat, maka perubahan input dilanjutkan ke arah yang sama. Jika daya output menurun, maka perubahan input dibalik ke arah yang berlawanan. Proses ini diulangi sampai ditemukan titik operasi yang memberikan daya output maksimum. Metode MPPT PnO ini mudah diimplementasikan dan dapat digunakan untuk berbagai jenis panel surya. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, yaitu cenderung berfluktuasi di sekitar titik maksimum, dan memiliki kinerja yang buruk pada kondisi cuaca yang berubah-ubah[5]



Gambar 3 Inverter

Inverter z source adalah jenis inverter yang menggunakan jaringan impedansi (Z) untuk menghubungkan sumber tegangan searah (DC) dengan jembatan inverter. Jaringan impedansi terdiri dari dua induktor dan dua kapasitor yang disusun dalam bentuk huruf Z. Inverter z source memiliki kemampuan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan bolak-balik (AC) yang dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan DC, tanpa memerlukan konverter DC-DC tambahan. Inverter z source juga memiliki kelebihan lain, seperti dapat menahan lonjakan arus dan tegangan, dapat beradaptasi dengan variasi tegangan input, dan dapat meningkatkan kualitas daya output.[6]

B. Perhitungan Irradiasi

Langkah pengujian yang dilakukan pada sub-sistem kedua ini adalah untuk mengetahui kesesuaian jumlah daya yang keluar daripada subsistem PLTS dengan masuknya, daya yang dihasilkan oleh PV dapat dimasukkan dengan persamaan

$$P = V \times I$$

Dimana:

P = Daya(Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Hasil Pengujian

Hasil pengujian daripada sistem PLTS yang ada di *matlab/simulink* berupa daya yang dihasilkan sistem, tegangan dan juga arus sesuai dengan yang di inginkan. Serta konversi dari website *Global Solar Atlas* untuk mengetahui nilai irradiasi yang dihasilkan oleh matahari

1. Mengambil serta mengkonversi data irradiasi dari website *Global Solar Atlas*

Annual averages

Direct normal irradiation

10.09

MJ/m² per day

Gambar 4 Nilai Irradiasi Rata-Rata dari Website

Dengan mendapatkan data dari website *Global Solar Atlas* dengan satuan MJ kita dapat mengkonversi bilangan tersebut kedalam satuan joule

$$10.09 \text{ MJ} = 10.090.000 \text{ joule}$$

Setelah mendapatkannya kita dapat menghitung nilai irradiasinya dengan

$$P = W/t$$

Keterangan

P=Daya(Watt)

W = Usaha (joule)

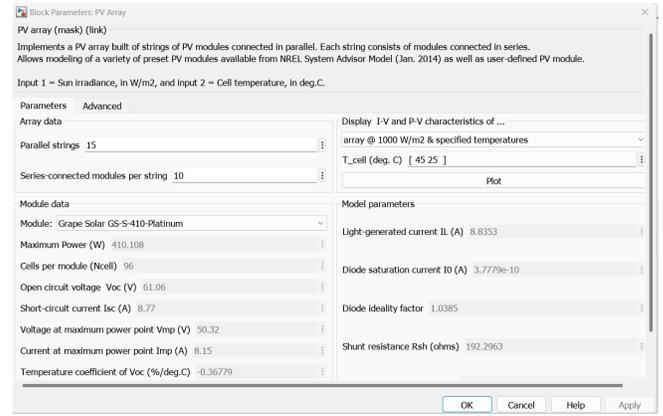
T = Waktu (sekon)

$$P = 10.090.000/(12 \times 3600)$$

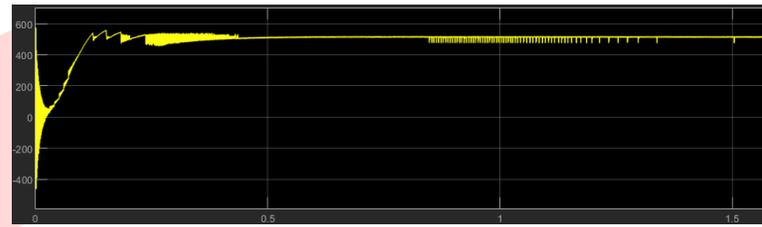
$P = 233 \text{ W/m}^2 = G$
 $G = \text{radiasi surya/irradiasi (W/m}^2\text{)}$



Gambar 5. Google solar atlas gunung halu

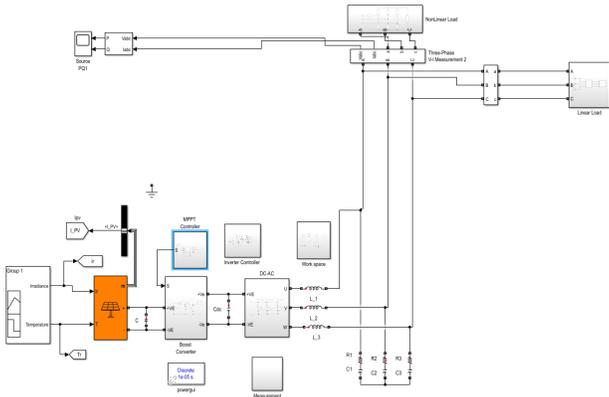


Gambar 7 Parameter PV



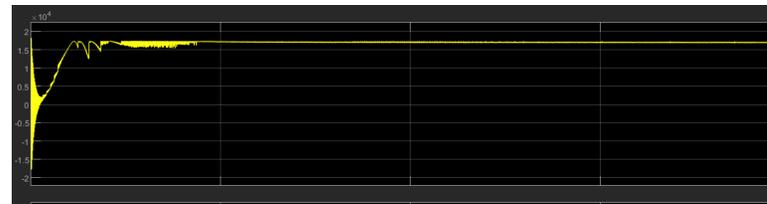
Gambar 8 Nilai Tegangan Sebelum Diinverter

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

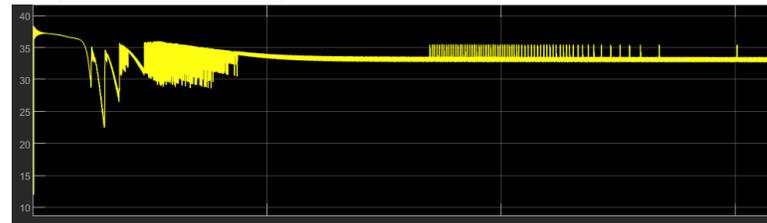


Gambar 6 Rangkaian PLTS

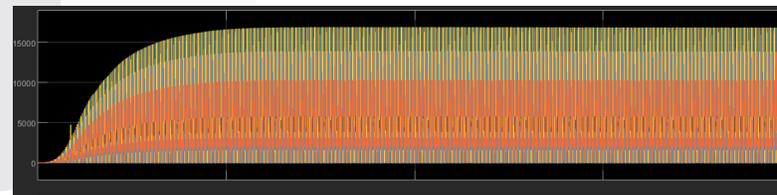
Pengujian yang dilakukan dalam pengetesan yang dilakukan PLTS adalah dengan melihat scope scope dari beberapa titik yang ditaruh untuk melihat arus serta tegangan sebelum dan sesudah diinverter pada sistem PLTS di matlab ini sendiri



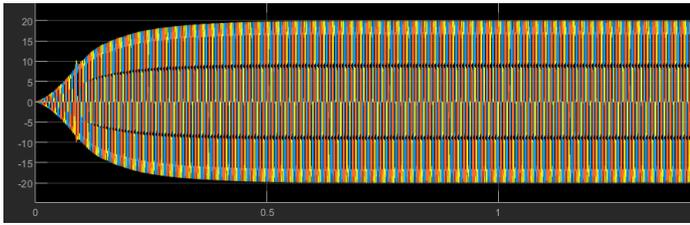
Gambar 9 Nilai Daya Keluaran Sebelum Diinverter



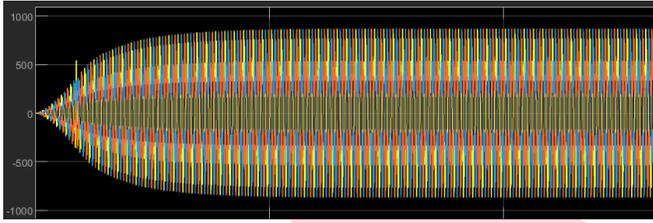
Gambar 10 Nilai Arus Sebelum Diinverter



Gambar 11 Nilai Daya Keluaran Setelah Diinverter 3 Phase



Gambar 12 Nilai Arus Setelah Diinverter 3 Phase



Gambar 13 Nilai Tegangan Setelah Diinverter 3 Phase

Analisis Pengujian

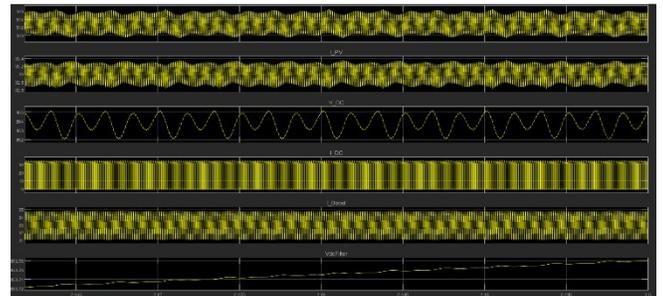
Dari hasil pengujian di atas, implementasi boost converter dan inverter 3 phase telah membawa dampak positif pada kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Penggunaan boost converter membantu meningkatkan daya keluaran, yang terlihat dari grafik arus dan tegangan yang lebih cepat dan stabil setelah proses inverter. Terutama, tegangan pada pembangkit mengalami peningkatan yang signifikan, yang dapat diatribusikan kepada kinerja unggul dari boost converter, memungkinkan keluarnya daya yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi sebelum menggunakan boost inverter 3 phase.

Proses inverter 3 phase juga memberikan dampak positif pada stabilitas dan kualitas daya listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS. Grafik arus dan tegangan yang menunjukkan stabilitas lebih tinggi setelah proses inverter menandakan efisiensi dan keandalan yang ditingkatkan dalam menghasilkan daya listrik. Kecepatan penstabilan tersebut menandakan respons yang lebih baik terhadap perubahan kondisi operasional, menciptakan lingkungan yang lebih handal dan efisien.

Selain itu, pengujian dilakukan pada beberapa titik lainnya, termasuk analisis grafik irradiasi dan variabel lainnya. Informasi dari pengujian tambahan ini dapat memberikan wawasan lebih lanjut tentang bagaimana sistem

PLTS beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan bagaimana variabel-variabel tersebut berinteraksi dalam menghasilkan energi listrik. Analisis komprehensif ini membantu dalam mengevaluasi performa sistem secara menyeluruh dan menentukan peningkatan yang dapat diterapkan untuk mencapai efisiensi maksimum.[7]

Pengujian menyeluruh pada berbagai aspek ini menjadi landasan untuk mengoptimalkan desain sistem PLTS dan memastikan bahwa sistem dapat berkinerja optimal di berbagai kondisi lingkungan. Dengan demikian, pengujian di beberapa titik tersebut memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang respons sistem terhadap variabel-variabel tertentu, membuka peluang untuk peningkatan lebih lanjut, dan memastikan kesesuaian sistem PLTS dengan lingkungannya.[7]



Gambar 14 Nilai Daya Keluaran dari boost dan filter

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah penerapan filter dan komponen tambahan, masih terdapat lonjakan arus dan tegangan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Analisis mendalam terhadap fenomena ini mengungkapkan bahwa lonjakan tersebut dapat diatribusikan kepada dua faktor utama, yaitu kurangnya grid dan tidak adanya baterai penyimpanan energi yang dapat membantu menjaga stabilitas arus dan tegangan pada PLTS.

Pertama-tama, kekurangan dalam grid atau jaringan distribusi listrik dapat memicu lonjakan arus dan tegangan pada sistem. Saat daya yang dihasilkan oleh PLTS melebihi kapasitas yang dapat diserap oleh grid, terjadilah lonjakan tegangan. Oleh karena itu, integrasi yang lebih baik dengan grid atau peningkatan kapasitas grid menjadi perhatian utama untuk mengatasi masalah ini.

Kedua, ketiadaan baterai penyimpanan energi berkontribusi pada ketidakstabilan sistem. Baterai dapat berfungsi sebagai buffer, menyerap atau menyuplai daya saat diperlukan, sehingga membantu menjaga stabilitas arus dan

tegangan. Tanpa baterai, PLTS lebih rentan terhadap fluktuasi beban atau variasi dalam kondisi lingkungan yang dapat menyebabkan lonjakan tak terduga.

Dengan menyadari tantangan ini, peningkatan sistem PLTS dapat dilakukan dengan mempertimbangkan integrasi grid yang lebih efisien dan penambahan baterai sebagai penyimpan energi. Integrasi yang lebih baik dengan grid melibatkan sinkronisasi yang lebih baik antara produksi daya PLTS dan kebutuhan grid, sementara baterai dapat memberikan stabilitas tambahan dalam menanggapi fluktuasi beban atau keadaan lingkungan yang tidak terduga. [8]

Analisis ini memberikan wawasan kritis untuk mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan yang perlu diambil untuk meningkatkan stabilitas dan kinerja keseluruhan sistem PLTS. Integrasi yang lebih baik dengan grid dan penambahan baterai penyimpan energi mungkin menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi lonjakan arus dan tegangan, sehingga meningkatkan efisiensi dan keandalan PLTS dalam menghasilkan listrik.[9]

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi potensi pemanfaatan energi surya di Indonesia, yang memiliki iradiasi rata-rata sekitar 4,8 kWh/m²/hari. Meskipun potensi ini setara dengan 112,67 GWp kapasitas instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), pemanfaatannya masih rendah. Kendala utama adalah kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam merancang, mengoperasikan, dan memelihara sistem PLTS. Sistem PLTS terdiri dari panel surya, inverter, baterai, kontroler pengisian, dan beban, dengan dua jenis utama: on-grid (terhubung dengan jaringan PLN) dan off-grid (tidak terhubung dengan jaringan PLN). Penelitian ini mencoba merancang dan mensimulasikan sistem PLTS 5 kWp di desa Gununghalu, Jawa Barat, menggunakan MATLAB Simulink, dengan tujuan menganalisis kinerja sistem secara teknis dan ekonomis. Simulasi melibatkan komponen-komponen seperti panel surya, inverter z source, dan metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) Perturb and Observe (PnO). Pengujian sistem menunjukkan peningkatan daya setelah penggunaan inverter 3 phase, dan kesimpulannya adalah bahwa desain ini dapat meningkatkan efisiensi dan ketersediaan daya listrik pada sistem PLTS.

REFERENSI

- [1] B. G. Panggayuh and I. H. Kurniawan, "Perancangan Dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 27 kWp Di Kota Cilacap," 2020. [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE>
- [2] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, "PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP PADA MASJID JAMI' AL-MUHAJIRIN BEKASI," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, Feb. 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.
- [3] "BAPPELITBANGDA Kabupaten Bandung Barat A. Profil Singkat Kecamatan Gununghalu."
- [4] Penulis kumparan, "Mengenal Prinsip Kerja PLTS yang Mengubah Cahaya Matahari Menjadi Energi Listrik," <https://kumparan.com/berita-terkini/mengenal-prinsip-kerja-plts-yang-mengubah-cahaya-matahari-menjadi-energi-listrik-21g9m8rA3bH/full>.
- [5] J. Teknik Elektro, F. Yuniar, U. Brawijaya Rini Nur Hasanah, U. Brawijaya Onny Setyawati, and U. Brawijaya, "PENGENDALIAN MPPT BERBASIS METODE P&O MENGGUNAKAN BOOST CONVERTER."
- [6] L. B. Naik, G. Jaya, and K. R. Ramesh, "Analysis and Desain of Improved Trans-Z-Source Inverter with Continuous Input Current and Boost Inversion Capability." [Online]. Available: www.ijert.org dan F. A. P. Pius Aditya Kurnia Ray, "59320-127802-1-PB," *Studi Kelayakan Pemasangan PLTS 80 KW pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia Kendaraan Terminal*, pp. 1–7, 2021.
- [8] M. Yasin, F. A. Samman, and R. S. Sadjad, "Desain dan Analisis Inverter Tiga Fasa untuk Aplikasi Sistem PLTS Terhubung Grid PLN sebagai Referensi," Fakultas Teknik, 2017.
- [9] L. Ramdhan, D. Pravitasari, and A. A. Setiawan, "KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP ON-GRID RESIDENSIAL BERKAPASITAS 46,6 KWP SERPONG, TANGERANG," *THETA OMEGA: Journal of Electrical Engineering*, p. 2023.