

ANALISIS EFISIENSI SISTEM SOLAR TRACKER PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) 2 KW

Nur Fatowil Aulia^{1)*}, Dwiana Hendrawati²⁾, Suwarti³⁾, Wahyono⁴⁾, Budhi Prasetyo⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,

Jl. Prof Sudarto Tembalang, Kota Semarang, 50275

*E-mail: nurfatowil.aulia@polines.ac.id

Abstract

Solar Power Plant with Solar Tracker used for Laundry located in Mangunharjo Village, Tugu District, Semarang City has a capacity of 2 kWp. This study aims to analyze the efficiency of solar trackers in solar power plants. This research method were case study and used PVSyst 7.3 software for simulating. The results of this study indicate that the Solar Power Plant using Solar Tracker is more efficient with the highest system efficiency value of 15.45, while the lowest value is 10.39. This is still better than a Solar Power Plant without a Solar Tracker, with the highest system efficiency at 7.95% and the lowest at 7.74%. From this data, Solar Power Plants with Solar Tracker are more efficient than those that do not use Solar Tracker.

Keywords: *Efficiency, PVSyst, Solar Tracker*

Abstrak

PLTS Solar Tracker UMKM Laundry yang terletak di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang memiliki kapasitas 2 kWp. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisa efisiensi solar tracker pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Metode penelitian ini adalah studi kasus dan menggunakan software PVSyst 7.3. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan menggunakan Solar Tracker lebih efisien dengan nilai efisiensi sistem tertinggi sebesar 15.45, sedangkan untuk yang terendahnya bernilai 10.39. Hal ini masih lebih baik daripada Pembangkit Listrik Tenaga Surya tanpa Solar Tracker dengan efisiensi sistem tertinggi berada pada 7.95%, sedangkan yang terendah berada pada 7.74% . Dari data tersebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Solar Tracker lebih efisien daripada yang tidak menggunakan Solar Tracker.

Kata Kunci : *Efisiensi, PVSyst, Solar tracker*

PENDAHULUAN

Masyarakat perlu menyadari pentingnya melakukan penghematan penggunaan listrik berbahan fosil, dan mulai menggunakan alternatif energi terbarukan sebagai upaya konservasi sumber daya alam. Energi surya merupakan salah satu sumber listrik alternatif yang efisien, ramah lingkungan dalam artian bersih, dapat diperbarui, dan berlimpah.[1] Perkembangan teknologi saat ini meningkat cukup pesat, salah satunya yaitu adanya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penggunaan PLTS sendiri saat ini semakin meningkat sebagai salah satu

solusi dalam menyediakan energi terbarukan. Namun masih terdapat kendala pada PLTS ini diantaranya yaitu variasi intensitas cahaya yang berubah-ubah sepanjang harinya dan sudut arah datangnya matahari. Untuk mengatasi kendala ini diperlukan adanya inovasi. Inovasi yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan solar tracker. Solar tracker sendiri dapat menjadi fokus penelitian sebagai teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi PLTS.

Pada kondisi tetap atau statis, PLTS mengalami penurunan efisiensi karena sinar matahari tidak selalu tegak lurus pada permukaan sel surya. Solar tracker disini diharapkan dapat secara otomatis mengarahkan panel surya ke arah yang optimal sepanjang hari. Oleh karena itu, analisis mendalam mengenai penggunaan solar tracker pada PLTS cukup penting karena digunakan untuk memahami potensi peningkatan efisiensi energi dan penghematan biaya yang dapat dicapai. Penelitian ini juga akan mencakup aspek-aspek seperti dampak lingkungan dan ekonomi terkait implementasi solar tracker pada PLTS. Dengan memahami kontribusi teknologi ini, dapat dihasilkan informasi yang bermanfaat untuk pengembangan PLTS sebagai sumber energi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem hybrid yang terdiri dari panel surya sebagai sumber energy listrik yang utama dan jaringan utilitas/PLN sebagai sumber energy cadangan. Pergantian penggunaan sumber energy terjadi ketika sumber energy utama tidak dapat mensuplai beban dikarenakan factor lingkungan ataupun perubahan pada beban. Dalam mengatur kerja suplai hybrid dibutuhkan mikrokontroler khusus dalam mengatur duty cycle untuk menjaga kestabilan tegangan untuk suplai beban dan termasuk charging baterai.

Keberhasilan penelitian ini merupakan suatu kontribusi peneliti untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses mengoptimalka sumber energi alternatif, yang sangat diharapkan penerapannya untuk menggantikan sumber energi konvensional yang makin terbatas. Dan dapat diharapkan keberlanjutan penelitian ke tingkat kesiapan teknologi yang lebih tinggi hingga komersialisasi (hilirisasi), yang langsung berhubungan dengan masyarakat luas.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan solusi energi terbarukan yang sangat cocok untuk daerah-daerah terpencil, terutama di Indonesia yang beriklim tropis dan kaya akan sinar matahari. PLTS memanfaatkan teknologi fotovoltaik untuk menghasilkan listrik tanpa biaya bahan bakar dan dapat diakses secara lokal. Keunggulan utama teknologi ini antara lain adalah sumber energi yang melimpah, biaya pengoperasian yang rendah, dan rendahnya kebutuhan pemeliharaan, yang dapat dilakukan oleh operator lokal yang terlatih. Selain itu,

PLTS merupakan sistem yang ramah lingkungan, tidak menghasilkan polusi, serta mendukung pelestarian lingkungan dengan menggantikan pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang tidak terbarukan.

Namun, ada beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah ketergantungan pada cuaca. Pada kondisi mendung, kemampuan panel surya dalam menangkap sinar matahari berkurang, yang dapat menurunkan efisiensi sistem hingga 30%. Meskipun demikian, PLTS tetap merupakan pilihan yang sangat baik di Indonesia, mengingat kondisi geografis dan iklim yang mendukung.

Skema konversi energi pada PLTS dapat dilihat pada Gambar 2.1, di mana panel surya menangkap energi dari matahari, mengubahnya menjadi listrik melalui inverter, dan menyimpannya ke dalam baterai atau langsung disalurkan ke beban. Agar sistem PLTS dapat berfungsi secara optimal, lokasi pemasangan yang luas dan bebas dari penghalang seperti gedung tinggi atau pohon besar sangat diperlukan untuk mencapai efisiensi yang tinggi.

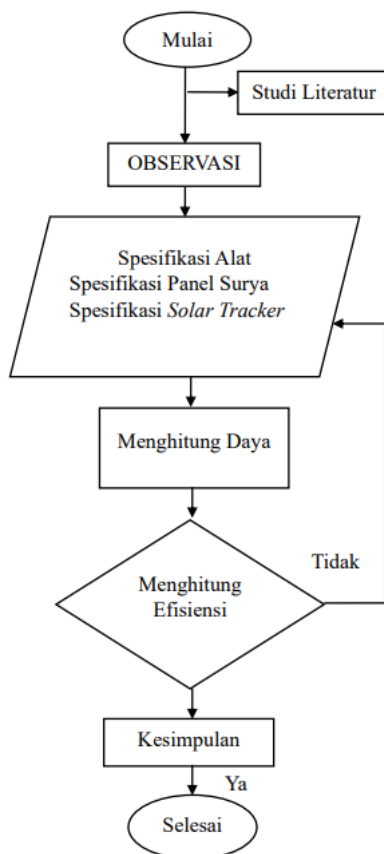
Solar Tracker

Solar Tracker adalah alat yang dirancang untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan memastikan panel selalu mengarah ke matahari. Posisi matahari bergerak sepanjang hari, dan solar tracker menyesuaikan posisi panel surya agar selalu menghadap matahari. Terdapat dua jenis utama solar tracker, yaitu single axis solar tracker dan dual axis solar tracker.

Single Axis Solar Tracker mengikuti pergerakan matahari pada satu sumbu rotasi, baik secara vertikal atau horizontal. Di daerah tropis, jenis ini sering digunakan dengan rotasi horizontal, karena matahari berada tepat di atas pada tengah hari. Sedangkan untuk daerah dengan waktu siang panjang dan matahari tidak tepat di atas, digunakan rotasi vertikal.

Dual Axis Solar Tracker memiliki dua sumbu rotasi, yaitu horizontal dan vertikal, memungkinkan panel surya untuk bergerak lebih fleksibel dan mendapatkan daya maksimum dari sinar matahari. Meskipun lebih kompleks daripada single axis, jenis ini lebih efisien karena dapat menyesuaikan posisi secara lebih akurat, meskipun membutuhkan perhitungan sudut yang lebih cermat agar posisi panel tetap optimal.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Diagram Alir

Penelitian ini berawal dari studi literatur yaitu dengan membaca dari beberapa teori yang berkaitan dengan topik tugas akhir kali ini yaitu berupa buku referensi, jurnal, artikel yang berkaitan dengan topik tugas akhir ini. Tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisa efisiensi dari penggunaan Solar Tracker pada PLTS 2kWp yang berada di UMKM Laundry Mangunharjo. Serta di simulasikan menggunakan *software* PVSyst sebagai kondisi idealnya. Studi literatur yang dilakukan pada tugas akhir ini yaitu berupa mempelajari tentang kualitas daya yang dihasilkan dari PLTS 2 kWp tersebut sehingga didapatkan efisiensi dari panel surya, inverter, baterai dan juga efisiensi sistem.

Persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penulis melakukan observasi awal yang dilakukan dengan mendapatkan data pada saat PLTS digunakan sebagai sumber listrik harian pada tempat tersebut. Dimana data diambil dari *website*. Kemudian menganalisis daya yang dihasilkan dengan spesifikasi panel surya, inverter dan baterai. Lalu melakukan proses simulasi menggunakan *software* PVSyst dan mengolah data yang sudah didapatkan. Pengolahan data berupa perhitungan daya yang dihasilkan, efisiensi sistem dan Daya yang digunakan.

Setelah menganalisa hasil pengolahan data yang telah dikumpulkan dan melakukan diskusi yang berkenaan dengan tugas akhir ini dengan dosen pembimbing dan beberapa teman-teman.

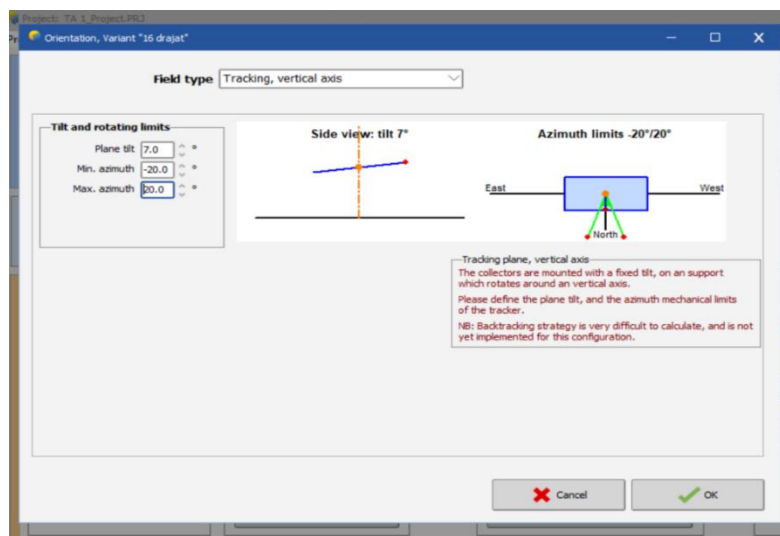
Maka akan dapat ditarik kesimpulan serta saran yang didapat dari hasil penelitian dimana akan menjadi hasil akhir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

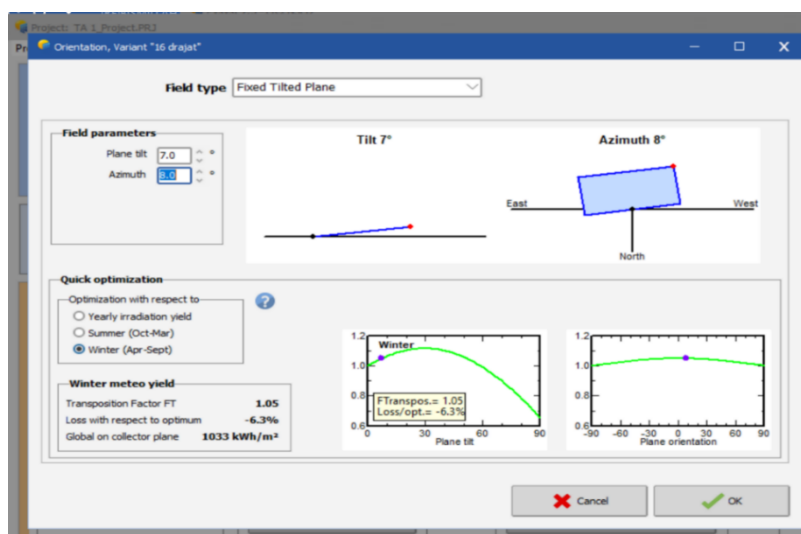
Cara Kerja Solar Tracker

Solar Tracker yang digunakan merupakan *solar tracker single axis vertical* (sumbu satu) dimana sumbu *azimuth* dapat digerakkan mengikuti arah datangnya matahari dengan tujuan agar mendapatkan intensitas matahari yang optimal. Dengan menggunakan *solar tracker single axis* permukaan panel surya dapat digerakan pada sudut azimuth untuk mendapatkan cahaya yang optimal.

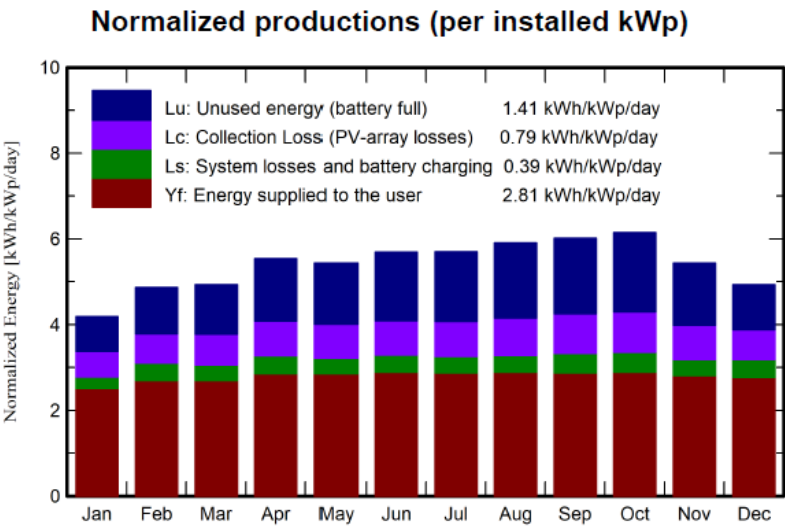
Simulasi PVSyst



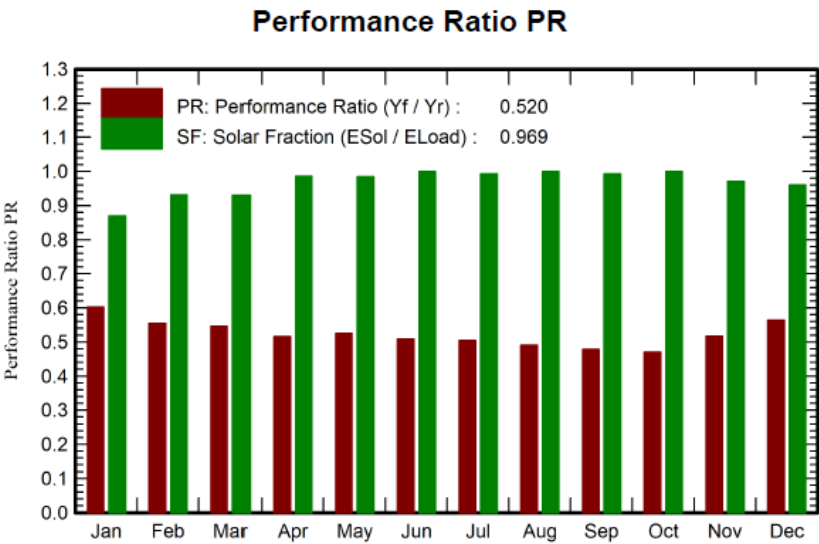
Gambar 3.1 Tilt dan Azimuth PLTS ketika Tracker bekerja



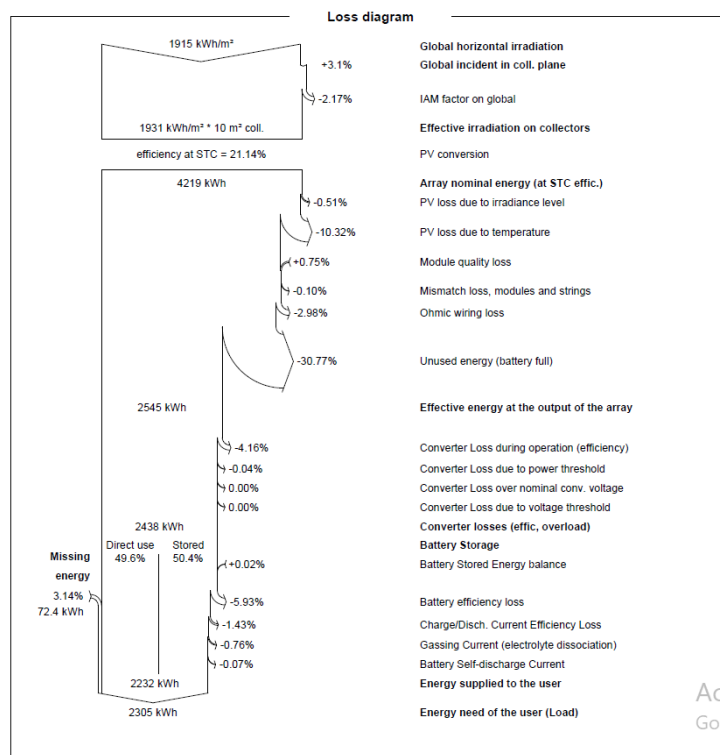
Gambar 3.2 Tilt dan Azimuth PLTS ketika Tracker tidak bekerja



Gambar 3.3 Grafik Produksi Energi



Gambar 3.4 Grafik Performance Ratio

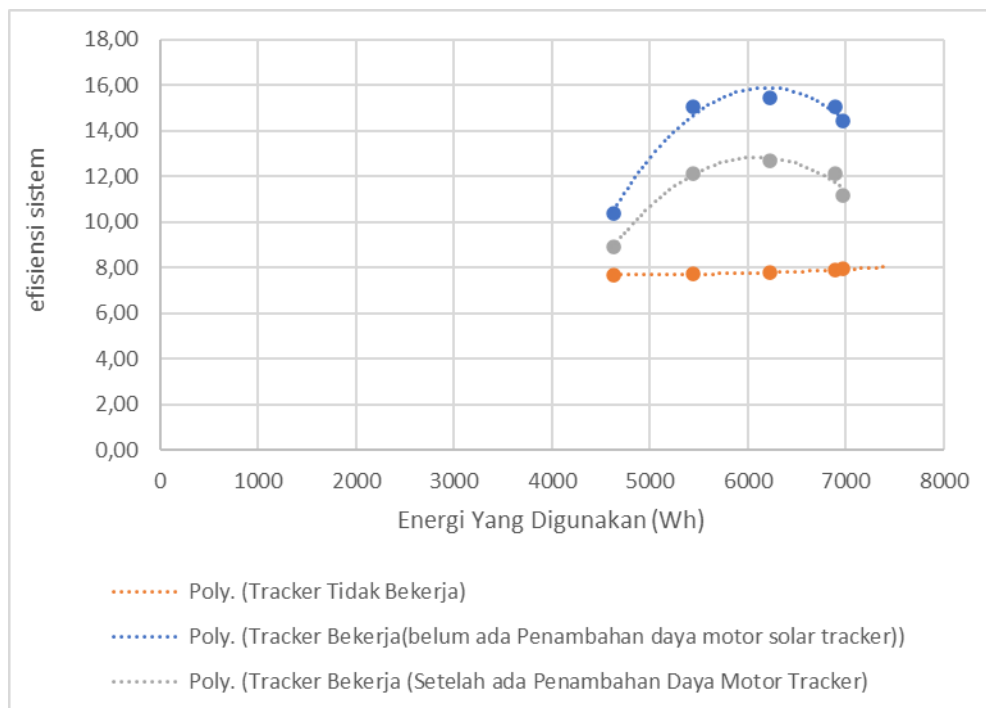


Gambar 3.5 Diagram alir rugi-rugi

Berdasarkan Gambar 3.5 menunjukkan bahwa efisiensi yang dihasilkan oleh panel sebesar 21,14%, sedangkan rugi-rugi modul surya yang dipengaruhi perbedaan tingkat intensitas radiasi matahari sebesar 0,51%, rugi-rugi modul surya yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan sebesar 10.32%, rugi-rugi modul surya yang umumnya menyimpang dari spesifikasi sebesar 0,75%, rugi-rugi ketidakcocokan sebesar 0.10%, rugi-rugi efisiensi baterai sebesar 5.93%. Selain itu juga diketahui energi yang hilang atau tidak terpakai sebesar 3.14%.

Analisis Efisiensi Sistem PLTS

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data pada PLTS UMKM Laundry menunjukkan bahwa karakteristik energi yang digunakan berbanding lurus dengan efisiensi sistem PLTS UMKM Laundry ditunjukkan pada Gambar 5.6.



Gambar 3.6 Karakteristik Daya yang Digunakan Terhadap Efisiensi Sistem Plts

berdasarkan Gambar 3.6 grafik perbandingan efisiensi sistem PLTS UMKM Laundry terhadap energi diatas diketahui bahwa pada energi beban yang sama pada PLTS UMKM Laundry dengan *Solar Tracker* dan tanpa *Solar Tracker* menghasilkan efisiensi yang lebih baik dengan *solar tracker*. Diperoleh nilai sebesar 12.70% dan terendahnya sebesar 8.93%. Sedangkan pada PLTS tanpa *Solar Tracker* efisiensi tertinggi diperoleh sebesar 7.88% dan terendahnya sebesar 7.7%. Hal ini bisa terjadi karena dipengaruhi oleh *Solar Tracker* yang mana panel akan mengikuti arah datangnya matahari, sedangkan untuk tanpa tracker panel hanya berada pada sudut tertentu(sudut 8°).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis penelitian “Analisis Sistem Solar Tracker pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 2kWp”, dapat disimpulkan bahwa penggunaan solar tracker meningkatkan efisiensi sistem PLTS secara signifikan. Rata-rata efisiensi sistem PLTS dengan solar tracker mencapai 11,41%, dibandingkan dengan sistem tanpa solar tracker yang hanya sebesar 7,81%.

Pada kondisi beban terendah, PLTS dengan solar tracker menghasilkan energi sebesar 4625 Wh dengan efisiensi 8,93%, sementara pada beban tertinggi menghasilkan energi 6899 Wh dengan efisiensi 12,12%. Sebaliknya, untuk PLTS tanpa solar tracker, energi tertinggi yang dihasilkan sebesar 6899 Wh dengan efisiensi 7,88%, dan energi terendah sebesar 4625 Wh dengan

efisiensi 7,70%. Hasil ini menunjukkan bahwa solar tracker secara konsisten meningkatkan kinerja sistem PLTS, terutama dalam menghasilkan daya yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Amalia, “Kesiapan Masyarakat Semarang dalam Pemanfaatan Potensi Energi Surya sebagai Sumber Energi Alternatif Berkelanjutan,” *SAINTEK J. Ilm. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 2, no. 2, p. 39, 2019, doi: 10.32524/saintek.v2i2.462.
- [2] M. S. ing. Bagus Ramadhani, “Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don’ts,” p. 263, 2018.
- [3] Ari Rahayuningtyas, “Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan,” *Pros. SNaPP2014 Sains, Teknol. dan Kesehat.*, pp. 223–230, 2014.
- [4] Aas Wasri Hasanah, “Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem OFF-GRID Di STT-PLN.” p. 9, 2018.
- [5] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [6] R. Rusman, “Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, 2017, doi: 10.24127/trb.v4i2.75.
- [7] D. Dahliya, S. Samsurizal, and N. Pasra, “Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin,” *Sutet*, vol. 11, no. 2, pp. 71–80, 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1551.