6308

by Sntekpan Xii

Submission date: 04-Nov-2024 03:00PM (UTC+0700)
Submission ID: 2507802289
File name: 6308-23293-1-ED_3.docx (4.93M)
Word count: 2976
Character count: 18155

Perbandingan Serapan Energi Cahaya Matahari Menggunakan Solar Statis dan Solar Tracker Single Axis

Mirzazoni[1], Aqil Awabsyah[2], dan Fauzi Ikhwan[3]
Program Studi Teknik Elektro Universitas Bung Hatta[1,2], Departemen Teknik Elektro Universitas Andalas[3]
e-mail: mirzazoni@bunghatta.ac.id

ABSTRACT

This research compares solar energy absorption between the Static Solar (SS) system and the Padang City Single-Axis Solar Tracker (STSA) system. IoT technology was utilized in these systems for online and real-time data monitoring. The results indicate that the STSA system, which tracks the sun's movement from east to west, generates more stable and higher power output than the static SS system. Under both sunny and cloudy conditions, the STSA system produced higher voltage and current. On the first day of testing, the STSA system generated 45,618 Wh of electricity with an efficiency of 5,243%, while the SS system generated 9,885 Wh with an efficiency of 1,136%. On the second day, the STSA system produced 49,269 Wh with an efficiency of 5,663%, while the SS system generated 11,628 Wh with an efficiency of 1,337%. This study significantly contributes to improving solar energy efficiency by implementing solar tracking technology.

Keywords: *Solar energy, static solar, single-axis solar tracker, IoT.*

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan serapan energi matahari antara sistem Solar Statis (SS) dan Solar Tracker Single Axis (STSA) di Kota Padang. Teknologi IoT digunakan dalam sistem ini untuk pemantauan data secara online dan real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem STSA, yang mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat, menghasilkan daya yang lebih besar dan stabil dibandingkan dengan sistem SS yang statis. Pada kondisi cuaca cerah dan berawan, sistem STSA mampu menghasilkan tegangan dan arus yang lebih tinggi. Data pengujian hari pertama menunjukkan bahwa sistem STSA menghasilkan energi listrik sebesar 45,618 Wh dengan persentase 5,243 % sedangkan sistem SS menghasilkan energi listrik sebesar 9,885 Wh dengan persentase 1,136 %. Pada hari kedua, energi listrik yang dihasilkan oleh sistem STSA adalah 49,269 Wh dengan persentase 5,663 %, sementara sistem SS menghasilkan energi listrik sebesar 11,628 Wh dengan persentase 1,337 %. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi energi surya melalui penerapan teknologi pelacak matahari.

Kata kunci: Energi surya, solar statis, solar tracker single axis, IoT.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi global. Namun, ketersediaan energi fosil terbatas, sehingga pengembangan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan harus dilakukan secara berkelanjutan sambil membatasi emisi gas rumah kaca [1]. Energi surya menawarkan solusi untuk masalah krisis energi [2]. Melalui sel surya atau fotovoltaik, energi matahari dikonversi menjadi energi listrik yang berlimpah, tidak terbatas dan ramah lingkungan [3], [4].

Energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya bergantung pada intensitas sinar matahari yang diterima. Untuk mencapai efisiensi maksimal, sel surya harus selalu menghadap matahari [5], [6]. Posisi matahari berfluktuasi sepanjang hari, dari pagi hingga sore, dan bayangan awan serta suhu lingkungan juga menjadi masalah kunci penyerapan energi matahri [7], [8]. Energi maksimum dihasilkan ketika permukaan panel surya tegak lurus terhadap matahari, memungkinkan panel untuk menyerap jumlah radiasi matahari yang optimal dan menghasilkan energi yang maksimal [9]. Namun, karena rotasi bumi menyebabkan posisi matahari berubah,

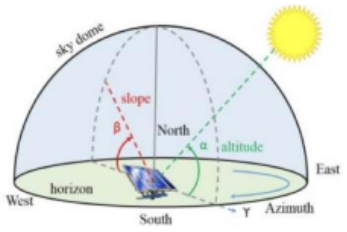
efisiensi energi yang diterima oleh sel surya akan berkurang jika posisinya tetap. Oleh karena itu, untuk mendapatkan efisiensi yang maksimal, posisi sel surya harus mengikuti pergerakan matahari. Panel surya dapat dibuat lebih efisien dengan melacak pergerakan matahari [10].

Panel surya dapat dipasang secara dinamis atau statis. Pada sistem dinamis, panel surya bergerak mengikuti posisi matahari, berfungsi sebagai pelacak matahari aktif. Namun, penerapannya sulit pada panel surya berukuran besar. Di sisi lain, sistem statis, di mana panel surya tidak mengikuti posisi matahari, memiliki efisiensi yang lebih rendah [2]. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan serapan energi matahari menggunakan Solar Statis (SS) dengan *Solar Trecker Single Axis* (STSA), penelitian ini kita akan menggunakan IOT (Internet Of Things) sebagai input data secara online dan realtime terhadap perbandingan serapan energi matahari di Kota Padang.

TINJAUAN PUSTAKA

Meningkatnya perkembangan teknologi PV menunjukkan potensinya untuk menyediakan energi yang melimpah di seluruh dunia. Sementara itu, serapan energi matahari selalu menjadi tantangan utama terkait dengan perubahan cahaya matahari. Modul PV dapat dimodelkan dalam dua model yaitu model statis, di mana model ini digunakan pada kondisi cuaca tetap (iradiasi dan suhu), dan mode dinamis, di mana model ini digunakan pada kondisi cuaca yang bervariasi [11].

Pelacakan sudut matahari ditunjukkan pada gambar 1 [5]. Sudut pergerakan untuk melacak posisi matahari dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis. Sudut zenith, atau ketinggian, yang merupakan pergerakan matahari dari utara ke selatan. Yang kedua adalah azimuth, yang menggambarkan pergerakan matahari dari timur ke barat. Matahari bergerak sekitar 150 derajat per hari dan 46 derajat dari utara ke selatan setiap tahunnya [12].



Gambar 1. Sudut pelacakan posisi matahari [5]

Energi yang dihasilkan dari sistem PV sangat dipengaruhi oleh lokasi, *global horizontal irradiation* (GHI), *direct normal irradiation* (DNI), kondisi suhu lingkungan, serta komponen yang digunakan dalam sistem PV (seperti kabel, inverter, trafo, dll.) [13]. Menentukan posisi relatif matahari sangat penting untuk menghitung penyinaran matahari pada permukaan, yang mencakup *zenith*, *azimuth*, sudut datang dan sudut *tracking*. Sudut *zenith* (θz) adalah sudut antara garis pengamatan menuju matahari dan garis tegak lurus ke bidang horizontal. Sudut antara arah utara dan garis proyeksi bidang matahari pada permukaan horizontal dikenal sebagai *azimuth* (γ_s). Sementara itu, sudut datang adalah sudut antara garis normal terhadap permukaan modul dan sinar matahari.

Persamaan (1), (2), dan (3) digunakan untuk menentukan nilai *zenith*, *azimuth*, dan sudut *tracking* [14]

$$\theta_z = \arcsin(sin\ \varphi\ sin\ \delta + cos\ \varphi\ cos\ \delta\ cos\ \omega) \quad \ldots 1$$

$$\theta_z = arcsin\left(\frac{cos\ \delta\ sin\ \omega}{cos\theta_z}\right) \dots 2$$

$$\theta_i = \arccos(cos\ \theta_z *\ cos\ \beta\ cos\ (\gamma_s - \gamma) * sin\ \theta_z . sin\beta) \dots 3$$

Di mana (φ) adalah garis *latitude*, (δ) adalah sudut deklinasi, (ω) adalah sudut jam, (γ) adalah sudut *azimuth*, dan (β) adalah sudut *tracking*. Jika nilai ($\gamma s \leq 0°$) maka permukaan panel surya menghadap ke timur, sehingga nilainya ($\gamma = -90°$), sedangkan jika nilai ($\gamma s > 0°$) maka permukaan panel surya menghadap ke barat, dengan nilai ($\gamma = 90°$). Sudut pelacakan berkisar antara -90° (bumi utara) dan 90° (bumi selatan), yaitu sudut antara lapisan tanah dan lintasan permukaan, yang dapat dijelaskan pada persamaan (4).

$$\beta = arctan\left(\frac{\sin(\gamma_s - 180(}{\tan(90 - \theta_z)}\right) \dots 4$$

Daya listrik mengacu pada laju konsumsi energi dalam suatu sirkuit atau rangkaian listrik. Ini menggambarkan jumlah energi listrik yang digunakan setiap detik [15]. Satuan pengukuran daya listrik adalah Watt. Daya yang dihasilkan oleh panel surya dapat dijelaskan pada persamaan (5).

$$P = V \times I \dots 5$$

METODE

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan serapan energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan Solar Statis (SS) dengan *Solar Trecker Single Axis* (STSA). Sistem ini dapat dibagi menjadi tiga bagian: desain prototipe, sistem kontrol, dan sistem monitoring. Penelitian dilakukan di Kota Padang selama dua hari dengan koordinat koordinat *latitude* -0,000224° dan *longitude* 99,83539° serta panel surya diberi kemiringan 20° menghadap matahari ke selatan.

Desain Prototipe

Desain prototipe sistem pelacakan surya dapat dilihat pada gambar 2 struktur mekanis penggerak modul surya dirancang untuk beroperasi seefisien mungkin. Struktur yang dibuat hanya dapat bergerak dari timur ke barat. Gerakan ini didorong oleh aktuator linier dan gerakannya ditentukan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari yang diukur menggunakan lima sensor photodiode. Spesifikasi modul surya dapat dilihat pada Tabel 1.



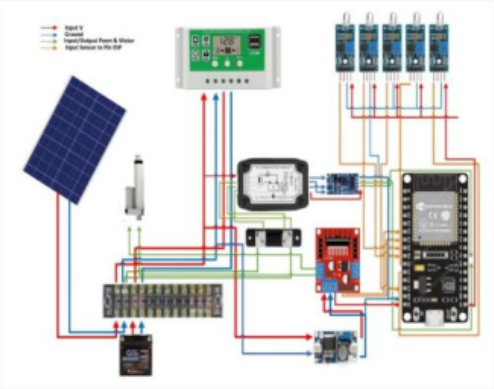
Gambar 2. Konstruksi *Solar Trecker Single Axis*

Tabel 1. Spesifikasi Modul Surya

Spesifikasi Produk	
Maximum Power (Pmax)	120 W
Maximum Power Current (Imp)	5,62 A
Maximum Power Voltage (Vmp)	17,8 V
Open Circuit Voltage (Voc)	21,8 V
Short Circuit Current (Isc)	6,05 A

Sistem Kontrol

Gambar 3 menunjukkan diagram sistem kontrol STSA yang mengarahkan permukaan modul surya dari timur ke barat sesuai dengan pergerakan matahari menggunakan aktuator linier dengan modul driver motor L298N. Aktuator bergerak berdasarkan perbedaan intensitas sinar matahari yang diperoleh dari lima sensor photodiode yang diproses menggunakan Node MCU ESP-32. Selain itu, modul komunikasi DC PZEM-017 digunakan untuk mengukur tegangan dan arus. Prosesor NodeMCU 8266 berfungsi sebagai pemancar untuk mengirimkan data dari sistem ke web, yang dapat dilihat melalui komputer, laptop, atau perangkat seluler dengan jaringan nirkabel. Dari gambar 3 terlihat bahwa kontrol modul surya terdiri dari beberapa elemen, termasuk modul surya, sensor photodiode, Node MCU ESP-32, PZEM-017 DC, RS-485, SCC, modul stepdown LM2569, dan aktuator linier dengan modul driver motor L298N sebagai penggerak mekanis untuk modul surya. Selain itu, energi yang dihasilkan oleh modul surya disimpan di aki dan juga dapat digunakan sebagai sumber daya untuk operasi sistem.



Gambar 3. Digram Sistem Kontrol STSA

Sistem Monitoring

Menggunakan sensor, semua parameter yang diperlukan dikumpulkan dan dikirimkan menggunakan Node MCU ESP-32 sebagai pemancar untuk transmisi web (platform IoT). Proses transmisi dari Node MCU ESP-32 ke web menggunakan jaringan nirkabel. Data di web tersebut dapat diakses melalui komputer, laptop, atau perangkat seluler.

Sistem Monitoring dirancang untuk memantau parameter modul surya, seperti arus dan tegangan, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Sistem Monitoring STSA

Dengan memanfaatkan sensor, semua parameter yang diperlukan dikumpulkan dan dikirimkan ke Node MCU ESP-32. Node MCU ESP-32 kemudian meneruskan parameter tersebut sebagai pemancar untuk dikirimkan ke platform IoT melalui jaringan nirkabel. Data yang sudah berada di website dapat diakses melalui laptop atau perangkat seluler. Algoritma yang menjelaskan cara kerja sistem ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Algoritma Sistem Monitoring

Analisa Perhitungan Persentase Perbandingan Serapan Energi Listrik SS dan STSA

Dengan menggunakan sistem monitoring yang ditunjukkan pada gambar 4, diperoleh nilai tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Proses pemantauan data tegangan dan arus dilakukan selama dua hari, dengan durasi 7 jam dan 15 menit setiap hari, dimulai dari pukul 08.45 hingga 16.00. Sistem monitoring akan mencatat data setiap 15 menit, sehingga total interval data yang diperoleh adalah 29. Persamaan yang digunakan untuk menghitung energi listrik sebagai berikut.

$$E = V \times I \times t \ldots 6$$

$$E = P \times t \ldots 7$$

t merupakan satuan waktu (jam/h) untuk perhitungan energi listrik. Karena sistem monitoring mencatat data setiap 15 menit maka energi total dari sistem SS dan STSA dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$t = \frac{15}{60} = 0{,}25 \dots 8$$

$$E_{total}SS = \sum_{i=1}^{29} (P_i SS \times t) \dots 9$$

$$E_{total}STSA = \sum_{i=1}^{29} (P_i STSA \times t) \dots 10$$

Sehingga persentase dari serapan energi listrik pada sistem SS dan STSA dengan kapasitas daya maksimum panel surya (PS) sebesar 120 W, dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$E\%\ SS = \frac{\sum_{i=1}^{29} (P_i SS \times t)}{\sum_{i=1}^{29} (P_{i\,max} PS \times t)} \dots 11$$

$$E\%\ STSA = \frac{\sum_{i=1}^{29} (P_i STSA \times t)}{\sum_{i=1}^{29} (P_{i\,max} PS \times t)} \dots 12$$

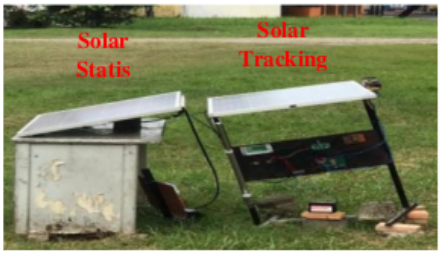
Berdasarkan persamaan tersebut akan dilakukan perbandingan persentase dari serapan energi listrik dari sistem SS dan STSA. Algoritma yang menjelaskan perhitungan dari persentase serapan energi listrik diilustrasikan pada gambar 6.



Gambar 6. Algoritma Persentase Serapan Energi Listrik

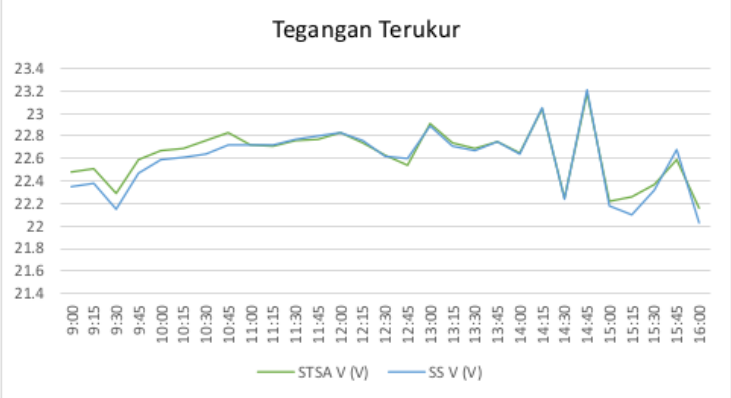
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 7 mengilustrasikan sistem modul surya yang dibangun dengan sistem STSA (dinamis) dan SS (statis). Pengujian dilakukan untuk mengamati efektifitas serapan energi cahaya matahari dari kedua sistem tersebut. sistem tersebut dievaluasi berdasarkan monitoring tegangan dan arus dari pagi hingga sore. Hasil tes kemudian dicatat dan ditampilkan melalui web menggunakan laptop.

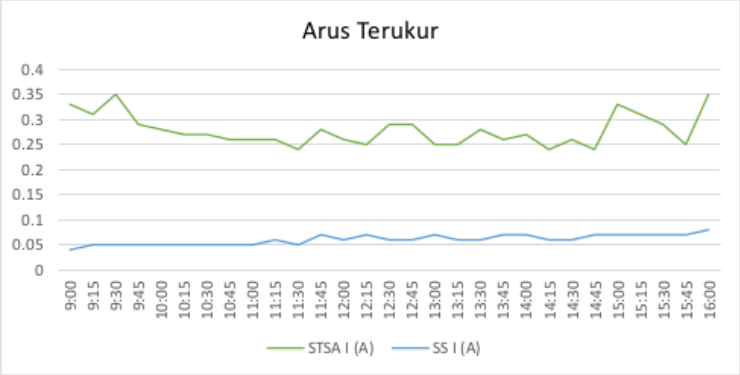


Gambar 7. Pengujian Sistem STSA dan SS

Pada gambar 8 dan 9 merupakan hasil monitoring dari tegangan dan arus kedua sistem melalui web yang dilihat melalui laptop.

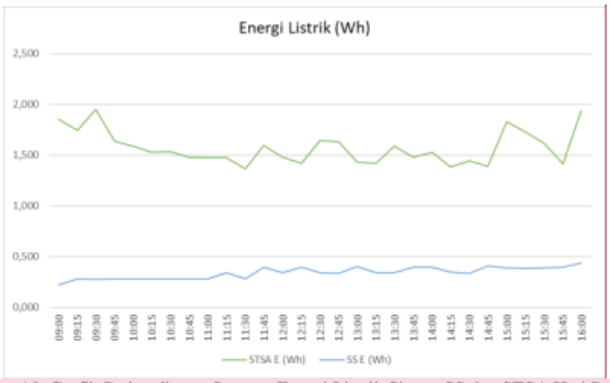


Gambar 8. Grafik Perbandingan Tegangan Listrik Sistem SS dan STSA Hari Pertama



Gambar 9. Grafik Perbandingan Arus Listrik Sistem SS dan STSA Hari Pertama

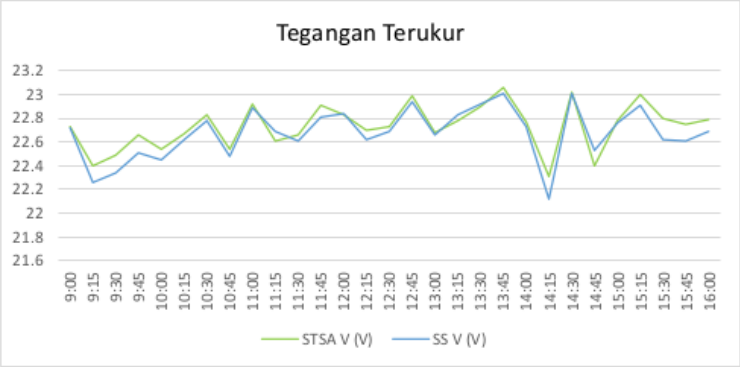
Pada hari pertama, pengujian dilakukan pada cuaca cerah cuaca tetapi diselingi awan, khususnya setelah jam 14.30. Hasil pengujian diilustrasikan pada gambar 8 dan 9 untuk tegangan dan arus sebagai output dari sistem SS dan STSA. Secara umum, sistem STSA menghasilkan jumlah tegangan dan arus yang lebih besar daripada sistem SS. Dapat dilihat keluaran tegangan kedua sistem bervariasi dan berfluktuasi, Namun tegangan pada kedua sistem mengalami kenaikan yang signifikan stelah jam 10.00 dan penurungan tegangan pada jam 16.00. Begitu juga dengan output arus dari kedua sistem, dapat dilihat arus yang dihasilkan kedua sistem bervariasi dan berfluktuasi. Namun keluaran arus pada sistem STSA mengalami penurunan yang signifikan dari jam 10.00 sampai jam 11.30, dan kembali mengalami kenaikan setelah jam 11.30. Pada sistem SS arus mengalami kenaikan yang signifikan setelah jam 11.30 sampai selesai waktu pengujian. Energi listrik yang dihasilkan pada hari pertama pengujian dari sistem SS dan STSA diilustrasikan pada gambar 10.



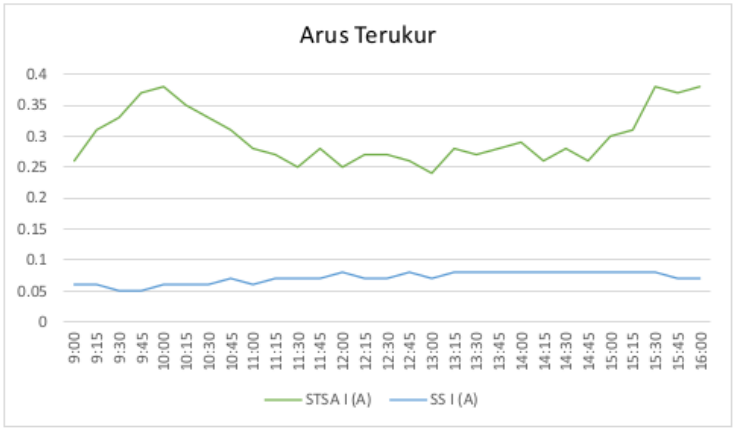
Gambar 10. Grafik Perbandingan Serapan Energi Listrik Sistem SS dan STSA Hari Pertama

Commented [RF1]: Judulnya perbandingan energi, namun data perbandingan POWER

Berdasarkan gambar 10 secara umum serapan energi listrik sistem STSA lebih besar dari sistem SS. Energi yang dihasilkan cukup bervariasi dan fluktuatif, dimana energi terbesar yang dihasilkan oleh sistem STSA sebesar 1,95 Wh dengan daya 7,802 W terjadi pada jam 09.30 dibandingkan dengan sistem SS hanya menghasilkan energi 0,441 Wh dengan daya 1,762 W terjadi pada jam 16.00. Energi yang dihasilkan oleh sistem STSA cukup stabil karena pelacakan dari sudut matahari sedangkan sistem SS mengalami kenaikan yang signifikan setelah jam 09.15 ini dikarenakan posisi dari panel surya tidak sepenuhnya efektif terhadap perubahan sudut matahari sehingga hanya arus yang mengalami kenaikan akibat kurangnya tegangan yang dihasilkan oleh sistem SS.



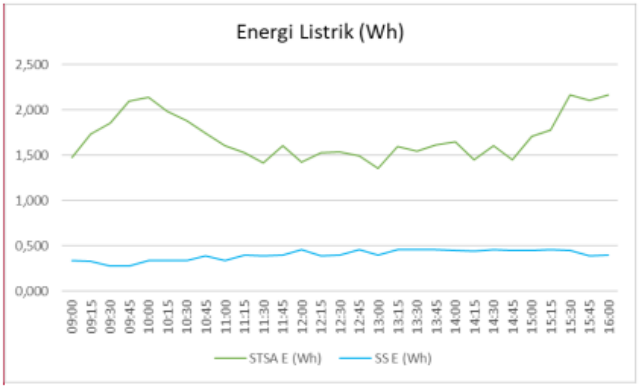
Gambar 11. Grafik Perbandingan Tegangan Listrik Sistem SS dan STSA Hari Kedua



Gambar 12. Grafik Perbandingan Arus Listrik Sistem SS dan STSA Hari Kedua

Pada pengujian hari kedua pengujian sistem SS dan STSA tegangan yang dihasilkan sangat fluktuatif karena cuaca yang cukup berawan, namun secara umum tegangan dan arus yang dihasilkan oleh kedua sistem memiliki karakteristik kenaikan dan penurunan yang sama dengan hari pertama. Untuk energi yang dihasilkan oleh sistem SS dan STSA diilustrasikan pada gambar 13.

Commented [RF2]: Tabel ini dihapus saja, sudah diwakili grafik 12

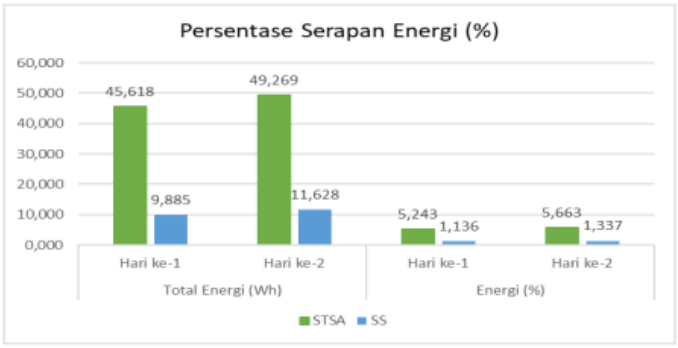


Gambar 13. Grafik Perbandingan Serapan Energi Listrik Sistem SS dan STSA Hari Kedua

Commented [RF3]: Judulnya perbandingan energi, namun data perbandingan POWER

Pada pengujian hari kedua dapat dilihat pada gambar 13 secara umum energi listrik yang dihasilkan sistem STSA masih lebih besar dibandingkan dengan sistem SS. Energi terbesar yang dihasilkan oleh sistem STSA sebesar 2,166 Wh dengan daya 8,664 W pada jam 15.30, sedangkan energi yang dihasilkan oleh sistem SS hanya 0,46 Wh dengan daya 1,841 W pada jam 13.45.

Perbandingan serapan energi listrik dilakukan dengan melakukan perhitungan persentase serapan energi listrik dari sistem SS dan STSA berdasarkan total energi yang dihasilkan selama 7 jam dan 15 menit. Gambar 14 berikut mengilustrasikan perbandingan persentase serapan energi listrik sistem SS dan STSA.



Gambar 14. Persentase Serapan Energi Listrik Sistem SS dan STSA

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan bahwa sistem Solar Tracker Single Axis (STSA) memiliki keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan sistem Solar Statis (SS) dalam hal efisiensi penyerapan energi matahari. Dengan memanfaatkan teknologi IoT untuk pemantauan data secara online dan real-time, hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem STSA, yang mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat, memiliki persentase serapan energi listrik dari energi matahari yang lebih besar dan stabil dibandingkan sistem SS yang statis. Pengujian dilakukan selama dua hari di Kota Padang dengan lama waktu pengujian 7 jam dan 15 menit dimulai pada jam 08.45 sampai jam 16.00.

Pada hari pertama pengujian, sistem STSA mampu menghasilkan energi listrik dengan total energi 45, 618 Wh dengan persentase 5,243 %, sementara sistem SS hanya mencapai 9,885 Wh dengan persentase 1,136 %. Pada hari kedua, energi listrik yang dihasilkan oleh sistem STSA meningkat menjadi 49,269 Wh dangan persentase 5,663 %, sedangkan sistem SS sebesar 11,628 Wh dengan persentase 1,337%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem STSA dapat memanfaatkan intensitas sinar matahari dengan lebih efisien, baik dalam kondisi cuaca cerah maupun berawan. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan efisiensi energi surya melalui penerapan teknologi pelacak matahari. Penggunaan sistem STSA dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan output energi pada instalasi panel surya, yang pada akhirnya mendukung pengembangan sumber energi terbarukan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Commented [RF4]: Hasil perbandingan sajikan dalam bentuk prosentase

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Kuşkaya, F. Bilgili, E. Muğaloğlu, K. Khan, M. E. Hoque, and N. Toguç, "The role of solar energy usage in environmental sustainability: Fresh evidence through time-frequency analyses," *Renew Energy*, vol. 206, pp. 858–871, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.renene.2023.02.063.

[2] W. Indrasari, R. Fahdiran, E. Budi, U. Umiatin, and N. S. Yusuf, "Development of static solar panel equipped by an active reflector based on LDR sensors," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Nov. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1280/2/022071.

[3] H. Dinçer, S. Yüksel, T. Aksoy, Ü. Hacıoğlu, A. Mikhaylov, and G. Pinter, "Analysis of solar module alternatives for efficiency-based energy investments with hybrid 2-tuple IVIF modeling," Nov. 01, 2023, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.egyr.2023.06.009.

[4] S. Ravi, M. Premkumar, and L. Abualigah, "Comparative analysis of recent metaheuristic algorithms for maximum power point tracking of solar photovoltaic systems under partial shading conditions," *International Journal of Applied Power Engineering*, vol. 12, no. 2, pp. 196–217, Jun. 2023, doi: 10.11591/ijape.v12.i2.pp196-217.

[5] K. Krismadinata *et al*., "Photovoltaic Energy Harvesting with Static and Dynamic Solar Modules Employing IoT-Enabled Performance Monitoring," *TEM Journal*, vol. 12, no. 3, pp. 1354–1363, Aug. 2023, doi: 10.18421/TEM123-15.

[6] R. Kango, P. Negeri Balikpapan, J. Soerkarno Hatta, and K. Balikpapan, "Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Fasilitas Bangku Taman Ruang Terbuka Hijau," 2021, doi: https://doi.org/10.58466/literasi.v1i1.1276.

[7] S. Gutierrez, P. M. Rodrigo, J. Alvarez, A. Acero, and A. Montoya, "Development and testing of a single-axis photovoltaic sun tracker through the internet of things," *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 10, May 2020, doi: 10.3390/en13102547.

[8] A. Fathima M.S, H. M. Batcha, and A. S. Alam, "Factors affecting consumer purchase intention for buying solar energy products," *International Journal of Energy Sector Management*, vol. 17, no. 4, pp. 820–839, May 2023, doi: 10.1108/IJESM-04-2022-0002.

[9] A. Edward, T. Dewi, and Rusdianasari, "The effectiveness of Solar Tracker Use on Solar Panels to the Output of the Generated Electricity Power," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Nov. 2019. doi: 10.1088/1755-1315/347/1/012130.

[10] H. Hartono, Y. Muharni, W. D. Tasdik, A. Maulana, and I. Saraswati, "Solar panel optimization using maximum power point tracking based on Artificial Bee Colony algorithm," *Journal of Systems Engineering and Management*, vol. 1, no. 1, p. 7, Nov. 2022, doi: 10.36055/joseam.v1i1.17530.

[11] S.-A. Blaifi and B. Taghezouit, "Static and Dynamic Photovoltaic Cell/Module Parameters Identification," in *Advanced Statistical Modeling, Forecasting, and Fault Detection in Renewable Energy Systems*, IntechOpen, 2020. doi: 10.5772/intechopen.89449.

[12] M. J. Nahar, M. R. Sarkar, M. Uddin, M. F. Hossain, M. M. Rana, and M. R. Tanshena, "Single Axis Solar Tracker for Maximizing Power Production and Sunlight Overlapping Removal on the Sensors of Tracker," *International Journal of Robotics and Control Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 186–197, 2021, doi: 10.31763/ijrcs.v1i2.333.

[13] D. Kouklaki *et al*., "Impact of Aerosols on Surface Solar Radiation and Solar Energy in the Mediterranean Basin," MDPI AG, Aug. 2023, p. 56. doi: 10.3390/environsciproc2023026056.

[14] J. A. Duffie, W. A. Beckman, and Nate. Blair, *Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind*. 2020. doi: 10.1002/9781119540328.

[15] R. D. Patrick, *Electrical Power Systems*, 4th Edition. New York, 2022. doi: https://doi.org/10.1201/9781003207429.

6308

ORIGINALITY REPORT

15%	%	15%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Vicky Andria Kusuma, Aji Akbar Firdaus, Sena Sukmananda Suprapto, Risty Jayanti Yuniar et al. "Comparative analysis of single-axis solar tracker performance with and without reflector under various weather conditions", International Journal of Applied Power Engineering (IJAPE), 2024 Publication	2%
2	Ahmed Jaber Abougarair, Mohamed K. I. Aburakhis, Mohamed M. Edardar. "Adaptive Neural Networks Based Robust Output Feedback Controllers for Nonlinear Systems", International Journal of Robotics and Control Systems, 2022 Publication	1%
3	Tasma Sucita, Dadang Lukman Hakim, Rizky Heryanto Hidayahtulloh, Diki Fahrizal. "Solar irradiation intensity forecasting for solar panel power output analyze", Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 2024 Publication	1%

4	Krismadinata Krismadinata, Asnil Asnil, Irma Husnaini, Remon Lapisa et al. "Photovoltaic Energy Harvesting with Static and Dynamic Solar Modules Employing IoT-Enabled Performance Monitoring", TEM Journal, 2023 Publication	1 %
5	Deepika Pandita, Vimal Bhatt, V. V. Ravi Kumar, Anam Fatma, Fatima Vapiwala. "Electrifying the future: analysing the determinants of electric vehicle adoption", International Journal of Energy Sector Management, 2024 Publication	1 %
6	Intissar Moussa, Adel Khedher. "An experimental test bench for emulating the standard characteristics of photovoltaic (PV) systems", Elsevier BV, 2022 Publication	1 %
7	Ibrahim Sufian Osman, Ibrahim Khalil Almadani, Nasir Ghazi Hariri, Taher Saleh Maatallah. "Experimental Investigation and Comparison of the Net Energy Yield Using Control-Based Solar Tracking Systems", International Journal of Photoenergy, 2022 Publication	1 %
8	Mustika Alam, Tresna Dewi, Rusdianasari. "Performance Optimization of Solar Powered Pump for Irrigation in Tanjung Raja, Indonesia", 2022 International	1 %

Conference on Electrical and Information Technology (IEIT), 2022
Publication

---

9 maulana haydil r, rabani muhamad, iwan hairudin. "Analisis kinerja sel surya dengan menambahkan perangkat pendukung pada sel surya", Open Science Framework, 2023 — 1 %
Publication

---

10 Chafiz Husin Sembiring, Miftahul Husnah, Ratni Sirait. "PREPARASI KARBON AKTIF LIMBAH KULIT UBI KAYU MENGGUNAKAN AKTIVASI NAOH BERBANTUAN GELOMBANG MIKRO", JOURNAL ONLINE OF PHYSICS, 2023 — 1 %
Publication

---

11 Leelavathi M, Suresh Kumar V, Devi B. "Maximizing Solar Energy Output: A Comparative Analysis of MPPT Strategies for Partially Shaded PV Systems", 2023 International Conference on Energy, Materials and Communication Engineering (ICEMCE), 2023 — 1 %
Publication

---

12 S Bandri, Zulkarnaini, A Syofian, A Effendi. "The application of perturb and observe algorithm to optimized of solar cell output", Journal of Physics: Conference Series, 2019 — <1 %
Publication

---

13 Soowon Chae, Yujin Nam. "Development of performance analysis model with numerical — <1 %

and dynamic energy modeling for an integrated PVT-HP system", Energy Reports, 2024
Publication

---

14 Dimitra Kouklaki, Kyriakoula Papachristopoulou, Ilias Fountoulakis, Alexandra Tsekeri et al. "Impact of Aerosols on Surface Solar Radiation and Solar Energy in the Mediterranean Basin", 16th International Conference on Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics—COMECAP 2023, 2023 <1%
Publication

---

15 Bob, Christopher Mark. "Determining the Viability of Replacing Steel and Plastic Food Waste Disposal Containers With Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Due to Higher Chemical Deterioration Resistance and Structural Rigidity.", California State University, Sacramento, 2023 <1%
Publication

---

16 Indrianto, Meilia Nur Indah Susanti, Rakhmat Arianto. "MoREK: The learning media to improve students understanding about electrical circuit in informatics", Journal of Physics: Conference Series, 2018 <1%
Publication

---

17 M. Quamruzzaman, Nur Mohammad, M.A. Matin, M.R. Alam. "Highly efficient maximum power point tracking using DC– <1%

DC coupled inductor single-ended primary inductance converter for photovoltaic power systems", International Journal of Sustainable Energy, 2014
Publication

---

18 Mohammad Fachrurrozy, Abdullah Nur Aziz, Hartono Hartono. Jurnal Teras Fisika, 2019 <1 %
Publication

---

19 Miranda, Pedro Ângelo. "Valorização de Resíduos de Cascas de Camarão para Produção de Bioaminas Usando Processos Catalíticos Sustentáveis", Universidade do Porto (Portugal), 2024 <1 %
Publication

---

20 Gustavo Adulfo López Ramírez, Alejandro Aragón-Zavala. "Wireless Sensor Networks for Water Quality Monitoring: A comprehensive review", IEEE Access, 2023 <1 %
Publication

---

21 Osea Zebua, Endah Komalasari, Syaiful Alam, Aldiansyah Aldiansyah. "Monitoring Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Berbasis Teknologi Internet of Things", Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering), 2020 <1 %
Publication

---

22 Hasan Dinçer, Serhat Yüksel, Tamer Aksoy, Ümit Hacıoğlu, Alexey Mikhaylov, Gabor Pinter. "Analysis of solar module alternatives <1 %

for efficiency-based energy investments with hybrid 2-tuple IVIF modeling", Energy Reports, 2023
Publication

23 M. Asep Rizkiawan Awan, Agus Sofwan Sofwan, Abdul Multi. "TWO-AXIS SOLAR PANEL TRACKING DEVICE PROTOTYPE WITH IOT-BASED MONITORING", International Journal Science and Technology, 2024 <1%
Publication

24 Puji Setiyawan, Sukarno Budi Utomo, Agus Adhi Nugroho. "Analisa Optimasi Photovoltaic(PV) 100 W Menggunakan MPPT dengan Alogaritma Perturb dan Observe", Elektrika, 2021 <1%
Publication

25 Rima Nindia Selan, Adi Yeremia Tobe, Yeremias M. Pell. "PELATIHAN PEMBUATAN DIGESTER BIOGAS SEDERHANA BAGI KELOMPOK PKK NEFONAEK", SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan, 2020 <1%
Publication

26 Robert Lee. "", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 9/1983 <1%
Publication

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	Off		

6308

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12