

RANCANG BANGUN OPTIMALISASI PANEL SURYA DUAL AXIS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR INTENSITAS CAHAYA

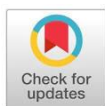
Riny Sulistyowati¹, Hari Agus Sujono², Misbahul Munir³, Muhammad Hidayatullah⁴, Wildan Agung Pambudi⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Jalan Arief Rahman Hakim 100 Surabaya, Indonesia

Email: riny.971073@itats.ac.id, hari.agus17@itats.ac.id, munir@itats.ac.id

Info Artikel

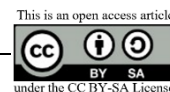
Histori Artikel:
Diterima Nov 11, 2023
Direvisi Jan 12, 2024
Disetujui Apr 30, 2024



ABSTRACT

Solar power generation depends on the irradiation of sunlight and temperature that is absorbed into the solar panels. The problem is that the light reflected by the sun changes all the time, so it is necessary to optimize the position of the solar panels. For this reason, a solar panel was designed to move dynamically following the direction of sunlight so that the power produced by the solar panel can be optimal. This research was conducted in East Kalisari Village, Surabaya because this location has good solar energy potential. According to BMKG data from November 2022, the average solar radiation from 06.00 to 18.00 is 6 hours of exposure. The design of optimizing dual-axis solar panels using light intensity sensors can help solve several problems with static solar panels, which cannot follow the movement of sunlight. Research data shows that the power produced for dynamic solar panels is 12.36 watts, and for static solar panels, it is 4.55 Watts. There is a power difference of 7.81 watts compared to using static solar panels.

Keywords: Solar Panel, PV Movement Method, Dynamic, Static, Solar Panel Optimization



ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya tergantung pada iradiasi cahaya matahari dan suhu yang di serap ke panel surya. Permasalahannya adalah matahari cahaya yang dipantulkan oleh matahari berubah ubah setiap saat, sehingga perlu adanya pengotimalan posisi dari panel surya. Untuk itu dirancang sebuah panel surya yang bergerak dinamis mengikuti arah cahaya matahari, agar daya yang dihasilkan panel surya bisa optimal. Penelitian ini dilakukan di Desa Kalisari Timur, Surabaya karena di lokasi tersebut memiliki potensi energi matahari yang baik. Berdasarkan data BMKG November 2022, rata-rata penyinaran matahari dari pukul 06.00 sampai pukul 18.00 adalah 6 jam penyinaran. Rancang bangun optimalisasi panel surya dual axis dengan menggunakan sensor intensitas cahaya ini, dapat membantu menyelesaikan beberapa masalah pada panel surya statis yang tidak bisa mengikuti pergerakan sinar matahari. Data penelitian menunjukkan daya yang dihasilkan untuk panel surya dinamis sebesar 12,36 Watt, dan untuk panel surya statis sebesar 4,55 Watt. Terdapat selisih daya sebesar 7,81-watt dibandingkan dengan menggunakan panel surya statis.

Kata Kunci: Panel Surya, Pergerakan Dinamis, Statis, Optimalisasi

Penulis Korespondensi:

Riny Sulistyowati,
Teknik Elektro dan Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,
Jl Wiguna Selatan XV/ Surabaya.
Email: riny.971073@itats.ac.id



1. PENDAHULUAN

Energi matahari dimanfaatkan sebagai sumber daya untuk pembangkit listrik melalui penggunaan panel surya. Pemanfaatan energi ini bergantung pada tingkat iradiasi cahaya serta temperatur atau suhu sekitar [1]. Panel surya yang sering dipasang secara statis cenderung menghasilkan energi secara kurang optimal [2]. Beberapa penelitian yang bertujuan untuk mengoptimalkan daya listrik, telah menjelaskan mengenai rangkaian panel surya dengan sistem tracking single axis dan metode Maximum Power Point Tracking (MPPT). Mereka menyimpulkan bahwa, panel surya yang menggunakan motor bersamaan dengan algoritma Hill Climbing untuk Maximum Power Point Tracking (MPPT) dapat beroperasi secara optimal [3-5]. Penelitian yang lain juga telah membuat Prototype Solar Tracker dua sumbu berbasis Microcontroller Arduino. Namun, penelitian ini menemukan sejumlah kekurangan dalam perancangan dan pembuatan perangkat tersebut, termasuk kebutuhan akan komponen dengan konsumsi daya yang lebih rendah [6-10]. Sebagai penggerak panel surya, Motor stepper dipicu oleh LDR yang mendeteksi intensitas cahaya matahari dalam satuan lux. Dengan menggunakan metode rekayasa engineering, sensor LDR digunakan untuk mengatur putaran motor stepper yang dihubungkan dengan panel surya untuk bisa mengikuti pergerakan matahari.

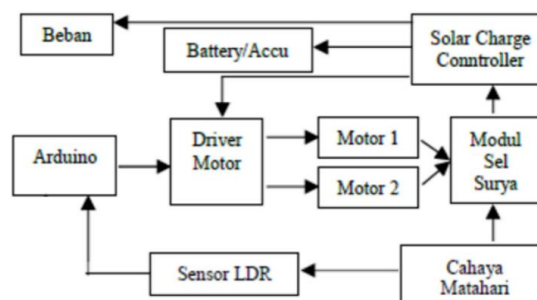
Penelitian ini melakukan pengujian selama 7 hari untuk melihat kinerja panel surya dinamis, kemudian membandingkannya dengan kinerja panel surya statis [11-13]. Penelitian ini melakukan tracking terhadap pergerakan matahari dengan merancang sistem panel surya bergerak menggunakan sensor cahaya. Setelah itu, dirancang sensor untuk menghitung daya yang diperoleh dari energi matahari yang dikendalikan oleh Arduino. Daya yang didapat akan digunakan untuk mengaktifkan SCC [14-15].

Untuk mencapai tujuan tersebut, dirancanglah sebuah panel surya secara dinamis yang mampu mengikuti gerakan matahari, agar sistem yang dikembangkan dapat lebih optimal dalam melakukan penyerapan energi matahari, sehingga daya keluaran dari panel surya dapat lebih meningkat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Sistem

Sistem ini terdiri dari Solar Charge Controller (SCC) yang digunakan untuk mengisi daya dari panel surya ke baterai dan lampu. Proses dimulai dengan penyerapan energi surya oleh solar panel yang kemudian menjadi input bagi solar charger. Inverter digunakan untuk mengonversi arus searah (DC) dari panel surya ke arus (AC). Aki atau baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik. Rancangan sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Desain Sistem

Penelitian terdiri dari tiga proses pokok yaitu, mengukur tegangan dan arus sel surya, mengoptimasi keluaran panel surya menggunakan SCC dan pemasangan beban untuk pengujian sistem.

2.2 Parameter Panel Surya

Penelitian menggunakan panel surya 10 WP dengan spesifikasi panel surya 10 WP adalah sesuai Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Parameter Panel Surya 10 Wp

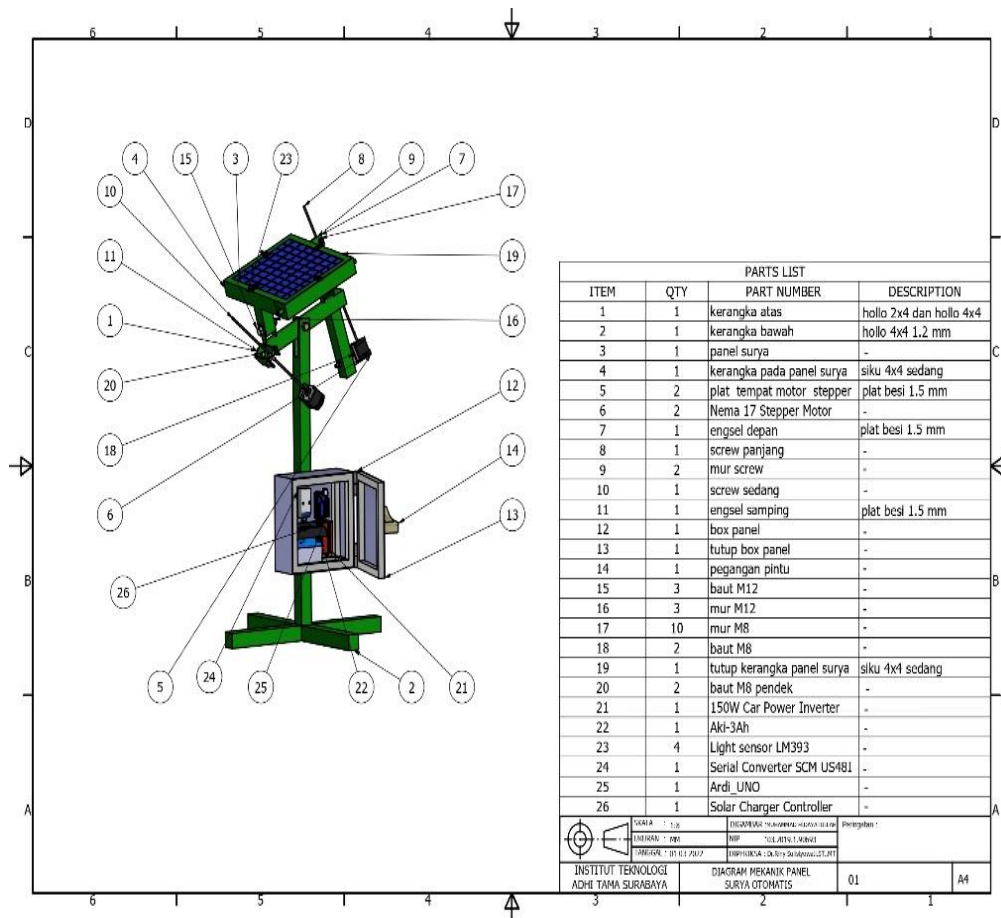
| Parameter | Nilai |
|------------------------------------|---------|
| Maximum Power Point (P_{maks}) | 10 W |
| Voltage at P_{maks} | 17,2 V |
| Current at P_{maks} | 0,58 A |
| Open-Circuit Voltage (V_{oc}) | 20,64 V |
| Short-Circuit Current (I_{sc}) | 0,65 A |

2.3 Komponen Motor Penggerak dan Driver Motor

Untuk Motor penggerak dari panel surya di menggunakan motor DC. Motor Stepper digunakan untuk mengurangi konsumsi daya, dan model yang digunakan adalah tipe Nema 17 Model 17HS3616. Spesifikasi motor stepper 17HS3616 sesuai untuk digunakan pada sistem. Driver yang digunakan adalah model TB6600 untuk mengatur konsumsi daya dari motor stepper. Spesifikasi dari Motor Stepper ditampilkan pada [Tabel 2](#), dan [Gambar 2](#) merupakan bentuk fisik dari driver motor stepper.

Tabel 2. Spesifikasi Motor Stepper

| Parameter | Nilai |
|---------------|-------------|
| Model | 17HS3616 |
| Step Angle | 1,8 Derajat |
| Motor Length | 34 mm |
| Rated Current | 0,16 A |
| Resistance | 75 Ohm |
| Inductance | 40 Mh |
| Torque | 14 N.cm |
| Daten Torque | 1.6 N.cm |

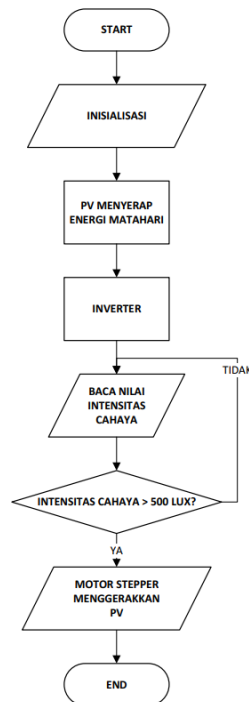


Gambar 2. Desain sistem panel surya dinamis

2.4 Desain Sistem Kendali

[Gambar 3](#) adalah Flowchart sistem panel surya dinamis yang menjelaskan langkah-langkah operasional. Dimulai dengan menyalakan sistem panel surya dinamis, kemudian dilanjutkan dengan inialisasi data dari sensor LDR dan motor stepper ke dalam mikrokontroller. Selanjutnya, panel surya (PV) akan mulai menyerap energi matahari. Sensor LDR kemudian digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux. Jika nilai lux yang terukur kurang dari 500, motor stepper akan tetap tidak beroperasi dan sensor LDR akan membaca ulang intensitas cahaya. Namun, jika nilai

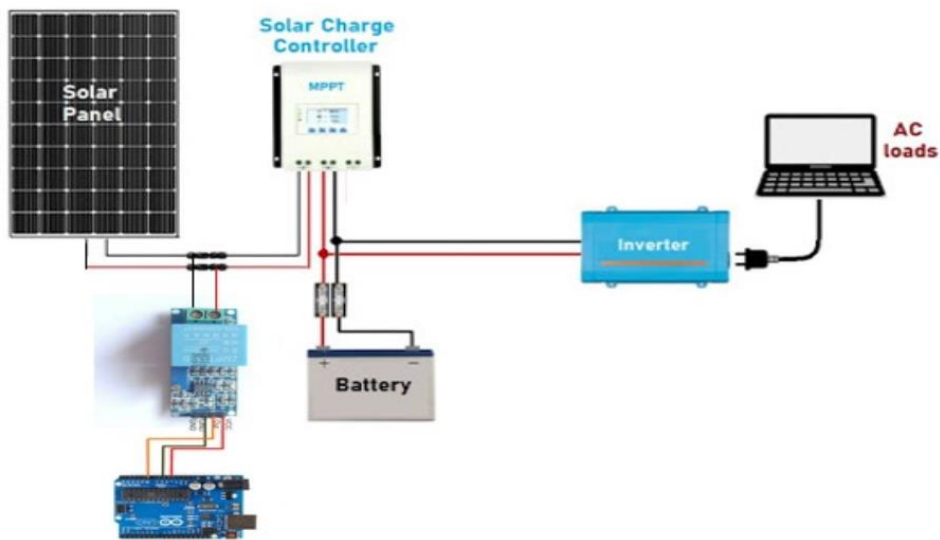
lux lebih dari 500, motor stepper akan diaktifkan untuk menggerakkan panel surya (PV) guna mengoptimalkan pengumpulan energi matahari yang dibutuhkan. Proses ini memungkinkan sistem panel surya dinamis berfungsi secara efisien sesuai dengan kondisi cahaya yang diterima. Dengan demikian, sistem ini secara otomatis mengatur pengoperasian panel surya untuk memaksimalkan efisiensi energi dan kinerja keseluruhan. Dengan adanya mekanisme pengaturan berdasarkan intensitas cahaya, sistem panel surya ini dapat beradaptasi secara cerdas terhadap perubahan kondisi lingkungan sekitar.



Gambar 3. Flowchart Sistem Panel Surya Dinamis

Gambar 4 merupakan integrasi sistem secara keseluruhan mulai dari PV, Sensor Arus, Solar Charger Controller, Baterai sebagai beban DC, dan Inverter dengan output dimanfaatkan sebagai

aplikasi beban AC. Sensor Arus terhubung dengan Mikrokontroler Arduino untuk monitoring. Beban AC yang digunakan adalah beban lampu dan utilitas seperti Notebook dan lainnya.



Gambar 4. Integrasi Sistem Keseluruhan

Sistem menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi pergerakan motor stepper. Light Dependent Resistor (LDR) adalah salah satu komponen sensor Cahaya yang mengonversi energi foton Cahaya menjadi foton dengan rasio 1:1. LDR

memiliki resistansi tinggi dalam kondisi gelap atau redup, sehingga LDR sesuai dengan kebutuhan dari sistem dalam penelitian dengan bekerja bila mendapat Cahaya yang di serap. Mekanik dari sistem ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fisik Sistem Panel Surya Dinamis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

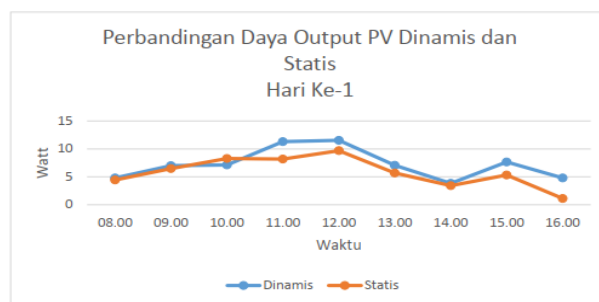
Pengujian dilakukan dengan variable kemiringan, lux, data cuaca, dan daya panel surya dinamis yang bervariasi setiap jam mulai pukul 08.00 sampai pukul 16.00 yang di tunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor LDR dan alat ukur kemiringan

| JAM | KEMIRINGAN (Derajad) | LDR (Lux) | CUACA |
|-------|----------------------|-----------|---------|
| 08.00 | 85 | 215 | Berawan |
| 09.00 | 85 | 238 | Berawan |
| 10.00 | 85 | 424 | Berawan |
| 11.00 | 31.3 | 520 | Terik |
| 12.00 | 20.2 | 541 | Terik |
| 13.00 | 20.2 | 510 | Berawan |
| 14.00 | 20.2 | 256 | Hujan |
| 15.00 | 30.7 | 524 | Terik |
| 16.00 | 30.7 | 202 | Berawan |

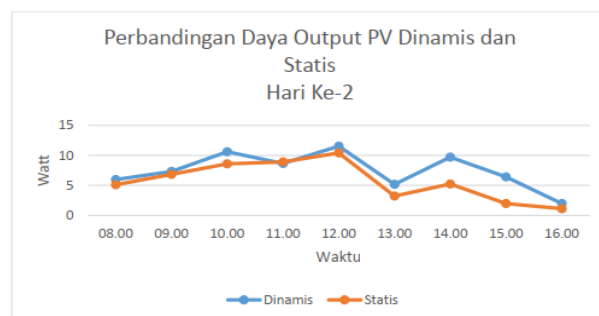
Tabel 3 memperlihatkan bahwa nilai LDR berpengaruh terhadap kondisi cuaca. Dimana pada kondisi cuaca pada percobaan pertama adalah saat kondisi berawan. Pada saat nilai LDR menyentuh atau melampaui angka 500, maka motor penggerak panel surya akan bergerak, dan pada saat nilai LDR stabil di nilai di bawah 500 maka motor penggerak panel surya tidak beroperasi atau berhenti bergerak. Dari data pengujian, lalu dibentuk kurva perbandingan daya output panel surya dinamis dan statis. Pengujian PV dilakukan dalam 7 hari berturut-turut dengan waktu pengambilan data dari 08.00 hingga pukul 16.00. Gambar 6 hingga Gambar 12, menampilkan grafik daya output pengujian untuk masing-masing hari, dimana

tingkat Cahaya yang menyentuh LDR mencapai angka 500 ke atas.



Gambar 6. Diagram Daya Output Pengujian Hari Pertama

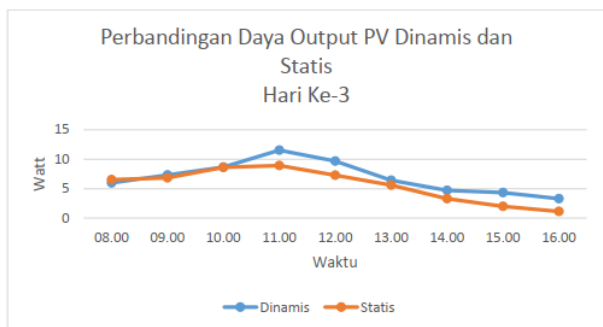
Gambar 6 adalah merupakan gambar perbandingan daya output panel kondisi statis dan kondisi dinamis di hari pertama. Total daya yang dihasilkan selama 8 jam oleh PV dinamis adalah 12,78 watt, sedangkan total daya yang dihasilkan PV statis adalah 4,06 Watt. Total daya motor penggerak PV selama 8 jam beroperasi adalah 8,72 Watt.



Gambar 7. Diagram Daya Output Pengujian Hari Kedua

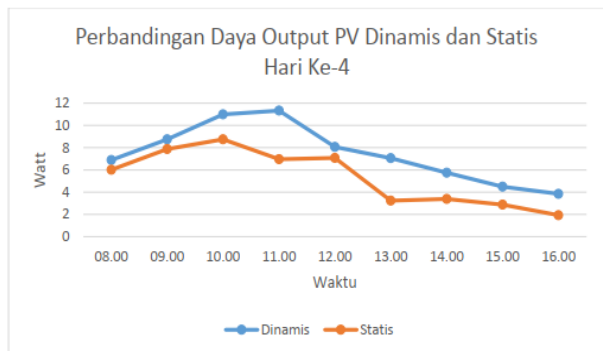
Gambar 7 menampilkan kurva perbandingan daya output panel kondisi statis dan kondisi dinamis di hari kedua. Total daya yang dihasilkan selama 8 jam oleh PV dinamis adalah 8,46 Watt, sedangkan total daya yang dihasilkan PV statis adalah 4,58 Watt.

Total selisih PV dinamis terhadap statis sebesar 3, 88 watt.



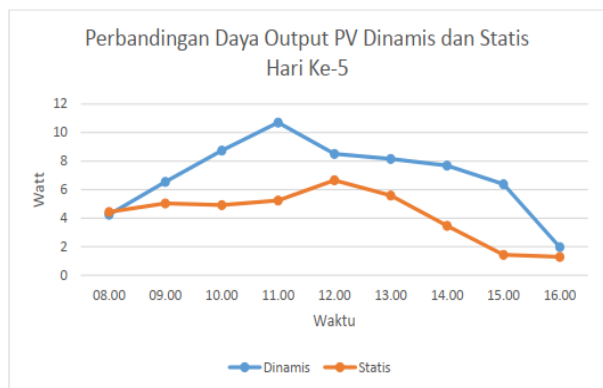
Gambar 8. Diagram Daya Output Pengujian Hari Ketiga

Gambar 8 menampilkan kurva perbandingan daya output panel kondisi statis dan kondisi dinamis di hari ketiga. Total daya yang dihasilkan selama 8 jam oleh Panel surya dinamis adalah 10,44 Watt, sedangkan yang dihasilkan PV statis adalah 4,64 Watt. Total daya selisih PV dinamis terhadap statis 5, 8 watt.



Gambar 9. Diagram Daya Output Pengujian Hari Keempat

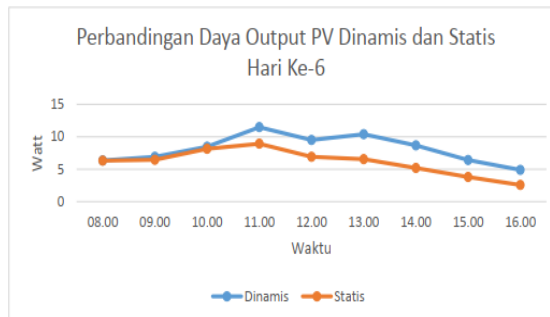
Gambar 9 menampilkan kurva perbandingan daya output panel kondisi statis dan kondisi dinamis di hari keempat. Total daya yang dihasilkan selama 8 jam oleh PV dinamis adalah 10,68 Watt, sedangkan total daya yang dihasilkan PV statis adalah 4,80 Watt. Total selisih daya 5,88 watt.



Gambar 10. Diagram Daya Output Pengujian Hari Kelima

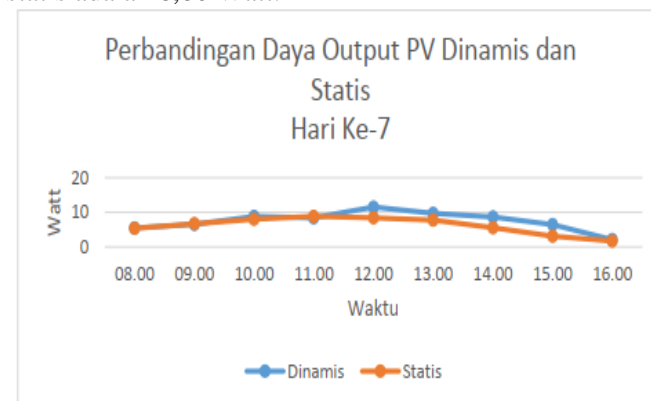
Gambar 10 perbandingan daya output panel kondisi statis dan kondisi dinamis di hari kelima. Total daya

yang dihasilkan selama 8 jam oleh PV dinamis adalah 8,56 Watt, sedangkan total daya yang dihasilkan PV statis adalah 3,84 Watt. Total daya selisihnya 4,72 watt.



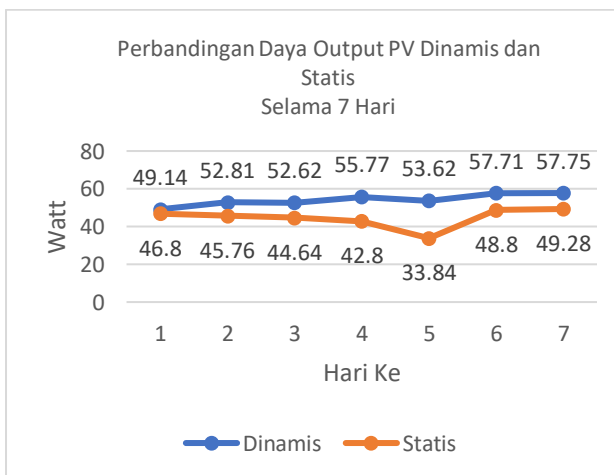
Gambar 11. Diagram Daya Output Pengujian Hari Keenam

Gambar 11 kurva perbandingan daya output panel kondisi statis dan kondisi dinamis di hari keenam. Total daya yang dihasilkan PV dinamis adalah 9,64 Watt, sedangkan total daya yang dihasilkan PV statis adalah 8,80 Watt.



Gambar 12. Diagram Daya Output Pengujian Hari Ketujuh

Gambar 12 menampilkan kurva perbandingan daya output panel kondisi statis dan kondisi dinamis di hari ketujuh. Total daya yang dihasilkan PV dinamis adalah 10,16 Watt, sedangkan total daya yang dihasilkan PV statis adalah 9,28 Watt. Total daya selisihnya 0,88 watt.



Gambar 13. Diagram Daya Output Pengujian selama 7 hari

4. KESIMPULAN

Rancang bangun optimalisasi panel surya dual axis dengan menggunakan sensor intensitas cahaya ini dapat mengoptimalkan daya output, karena mengikuti arah pergerakan cahaya matahari. Berdasarkan hasil Analisa dapat disimpulkan, bahwa daya output hasil pengujian hari pertama hingga hari ketujuh menghasilkan data rata-rata harian yang dihasilkan oleh PV dinamis dan PV statis yaitu untuk PV dinamis sebesar 12,36-watt dan untuk PV statis sebesar 4,55 Watt. Terdapat selisih daya sebesar 7,81Watt di bandingkan dengan menggunakan panel surya statis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ch, “Perbandingan Unjuk Kerja Antara Panel Sel Surya Berpenjejak Dengan Panel Sel Surya Diam,” Maj. Ilm. Teknol. Elektro, vol. 9, no. 1, 2010.
- [2] S. Yuliananda, G. Sarya, and R. R. Hastijanti, “Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya,” J. Pengabd. IPPM Untag Surabaya, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015.
- [3] Hari Agus Sujono, Riny Sulistyowati, Achmad Safi'i, Ciptian Wieried Priananda, “Photovoltaic farm with maximum power point tracker using hill Climbing algorithm”, ARPN, 2018.W.
- [4] Fajaryanto and A. Prayitno, “Pengujian Panel Surya Dinamik Dan Statik Dengan Melakukan Perbandingan Daya Output,” Jurnal Fteknik, vol. 4, no. 2, p. 1, 2017.
- [5] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP,” Teknik, vol. 37, no. 2, p. 59, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37i2.9011.
- [6] Riny Sulistyowati, Dedet Candra Riawan, Mochamad Ashari, “Clustering Based Optimal Sizing and Placement of PV-DG Using Neural Network”, 2017.
- [7] J. Desember and I. Syukron, “Pembuatan Inverter Untuk Air Conditioner,” J. Tek. Elektro Unnes, vol. 5, no. 2, 2013, doi: 10.15294/jte.v5i2.3558.
- [8] I. Teresna, “Pengujian Charger Modul Simulasi Solar Cell Untuk Menyuplai Warning Light” Tek. Elektro, vol. 15, no. 2, pp. 30–39, 2014.
- [9] Sholihun, “Komputasi Parameter Internal Sel Surya Organik Dan Penentuan Pola Keterkaitannya Terhadap Intensitas Menggunakan Metode IANBV”.Tesis. Yogyakarta : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, 2009
- [10] R. F. Pantelimon, M. Adam, M. Andrusca, and C. Pancu, “Aspects regarding solar battery charge controllers,” 2013 - 8th Int. Symp. Adv. Top. Electr. Eng. ATEE 2013, 2013, doi: 10.1109/ATEE.2013.6563367.
- [11] Winda Kesuma, Hesty Amelia, “Perancangan Sistem Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Smart Classroom”. Diploma thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018
- [12] Ciprés Iechuga, Elena (Universitat Politècnica de Catalunya / Politechnika Iódzka, 2010) Master thesis (pre-Bologna period)
- [13] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP,” Teknik, vol. 37, no. 2, p. 59, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37i2.9011.
- [14] Quaschnig, Volker. “Understanding Renewable Energy Systems”. London, Sterling, VA: Earthscan. 2005.
- [15] Riny Sulistyowati, Rony Seto Wibowo, Dedet Candra Riawan, M. Ashari, “Optimum Placement of Measurement Devices on Distribution Networks using Integer Linear K-Means Clustering Method”, Przegląd Elektrotechniczny, 2020.