

# Kinerja Panel Surya dengan Pelacak Matahari Dual Aksis menggunakan Algoritma berbasis Sensor LDR

Bernadeta Wuri Harini<sup>a,\*</sup>, Petrus Setyo Prabowo<sup>b</sup>, Yehezkiel Krisma<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma  
Kampus III USD Paingan, Maguwoharjo, Sleman, Yogyakarta

\*wuribernard@usd.ac.id

---

## Abstract

One source of renewable energy is solar energy. The main component in a solar energy system is the solar panel. To maximize the amount of sunlight harvested by the solar panels, the panels need to track the position of the sun. In this study, a dual-axis tracker is used in the form of a tip-tilt dual-axis tracker. The drivers used are two DC motors equipped with a gear box. The algorithm used is an LDR sensor output based algorithm. Solar panels equipped with solar trackers, even with a simple algorithm using LDR output values, can improve the performance of solar panels. The current generated by a solar panel with a solar tracker is higher than when the solar panel is in a static position. The current difference in the two conditions is the smallest of 16.17 mA and the largest of 544.01 mA. When using a solar tracker, the output power of the solar panel is more than 5.32 W, while when it is fixed, the power of the solar panel is small, even reaching 0.25 W. The output voltage of the solar panel is more than 13 V, while when it is fixed, the voltage of the solar panel is drops to below 13 V, which is 12.81 V.

**Keywords** : Solar panel; Tracking; LDR; Automatic; Two axes.

## Abstrak

Salah satu sumber energi terbarukan adalah energi dari matahari. Komponen utama dalam sistem energi tenaga surya adalah panel surya. Untuk memaksimalkan jumlah sinar matahari yang dipanen oleh panel surya, panel perlu melacak posisi matahari. Pada penelitian ini digunakan pelacak dual aksis dengan bentuk tip-tilt dual-axis tracker. Penggerak yang digunakan adalah dua motor DC yang dilengkapi dengan gear box. Algoritma yang digunakan adalah algoritma berbasis keluaran sensor LDR. Panel surya yang dilengkapi dengan pelacak surya, walaupun dengan algoritma yang sederhana menggunakan nilai keluaran LDR, mampu meningkatkan kinerja panel surya. Arus yang dihasilkan oleh panel surya dengan pelacak matahari lebih tinggi daripada ketika panel surya dalam kondisi tetap. Beda arus pada kedua kondisi tersebut paling kecil sebesar 16,17 mA dan paling besar 544,01 mA. Ketika menggunakan pelacak cahaya, daya keluaran panel surya lebih dari 5,32 W, sedangkan ketika diposisikan tetap, daya panel surya kecil, bahkan mencapai 0,25 W. Tegangan keluaran panel surya lebih dari 13 V, sedangkan ketika diposisikan tetap, tegangan panel surya turun sampai di bawah 13 V, yaitu 12,81 V.

**Kata Kunci** : Panel surya; Pelacak; LDR; Otomatis; Dual aksis.

---

## 1. Pendahuluan

Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang ketersediaannya sangat melimpah di alam dan dapat digunakan secara terus menerus. Salah satu sumber energi terbarukan adalah energi dari matahari.

Komponen utama dalam sistem energi tenaga surya adalah panel surya yang merupakan gabungan dari beberapa sel surya. Untuk memaksimalkan jumlah sinar matahari yang diterima oleh panel surya, panel perlu melacak posisi matahari sepanjang hari. Sistem pelacakan sumbu tunggal yang berputar mengelilingi sumbu vertikal dengan gerakan arah timur-barat dapat meningkatkan daya keluaran panel surya sebesar 20%

dibandingkan dengan panel surya yang posisinya tetap menghadap utara atau selatan dengan sudut kemiringan sama dengan sudut lintang (Barsoum & Vasant, 2010). Posisi panel surya berpengaruh terhadap keefektifan panel surya (Namekar & Dwivedi, 2020). Dalam penelitian ini akan dihasilkan sistem pelacak cahaya matahari dual aksis dengan metode pelacakan yang sederhana.

Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel surya 50 WP. Untuk mengetahui posisi datangnya sinar matahari, dalam penelitian ini digunakan 4 sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Untuk mendapatkan arah cahaya matahari yang tepat, masing-masing sensor diletakkan pada

masing-masing sisi panel surya. Penggerak yang digunakan berupa dua buah motor DC guna menggerakkan panel surya dual aksis dan dilengkapi dengan roda gigi untuk memudahkan pengendalian posisi.

## 2. Kajian Literatur

Sel surya adalah perangkat fotovoltaik (PV) yang mengubah sinar matahari menjadi listrik dan panel surya adalah susunan sel surya identik yang dihubungkan secara seri (Ahmed & Khan, 2014). Keluaran daya panel surya sangat bergantung pada radiasi matahari yang jatuh di atasnya. Dikarenakan radiasi matahari bervariasi, daya keluaran panel surya juga berubah sepanjang hari. Posisi ideal panel surya tegak lurus arah fluks.

Banyak metode yang dikembangkan untuk meningkatkan kinerja sistem listrik energi surya. Diantaranya adalah metode pelacakan cahaya matahari yang sampai sekarang masih terus diteliti. Ada peneliti yang mengusulkan metode pelacakan (Wei et al., 2020) (Noersena, 2020), ada juga yang mengusulkan beberapa cara pemasangan panel surya (Nguyen, 2016).

Ada beberapa konfigurasi pemasangan panel surya. Salah satunya adalah metode *Tip-tilt dual-axis tracker* (TTDAT) (Nguyen, 2016) yang menggunakan gerak dual aksis. Penggunaan dual aksis penggerak ini lebih baik daripada aksis tunggal. Posisi panel dapat lebih diarahkan ke posisi datangnya sinar matahari. Ada banyak peneliti yang menggunakan dual aksis pada sistem pelacak matahari (Ardina, 2019)(Mohanapriya et al., 2021).

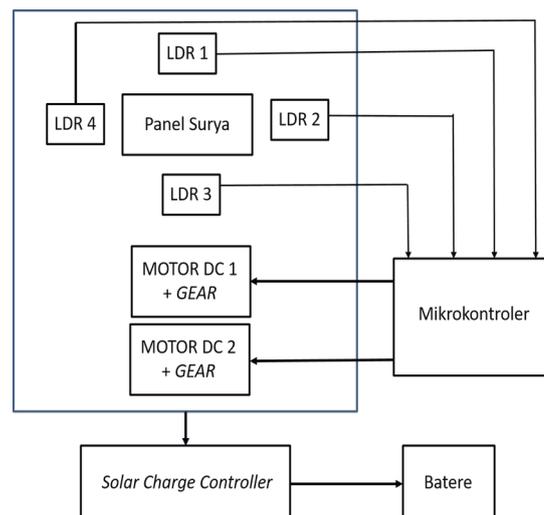
Metode yang diusulkan untuk melacak posisi sinar matahari pun banyak, mulai dari yang sederhana sampai yang lebih canggih. Diantaranya adalah metode *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Ada peneliti yang membandingkan beberapa metode MPPT (Bollipo et al., 2020)(Calavia et al., 2010). Metode MPPT yang paling sederhana dan mudah diimplementasikan adalah *Constant voltage (CV)-based MPPT technique* (Bollipo et al., 2020). Pada metode ini sensor yang dibutuhkan hanya satu yaitu sensor yang digunakan untuk pengukuran tegangan. Ada juga pelacak matahari yang menggunakan sensor LDR untuk membaca arah pergerakan matahari (Yuan & Engineering, 2021)(Hashim, 2020). LDR digunakan untuk melacak posisi matahari dengan membandingkan keluaran sensor dari 4 arah mata angin. Dengan pergerakan pelacak yang mengikuti arah sinar matahari maka akan didapatkan energi matahari secara maksimal. Seperti yang

dijelaskan dalam pendahuluan, dalam penelitian ini digunakan 4 sensor LDR.

Ada beberapa penggerak panel surya yang digunakan untuk melacak sinar matahari. Ada yang menggunakan penggerak berupa motor *stepper* (Ahmed & Khan, 2014), ada juga yang menggunakan penggerak berupa motor servo (Pratama et al., 2018)(Patel et al., 2020). Di samping itu ada yang menggunakan penggerak menggunakan aktuator linier (Ardina, 2019). Dalam penelitian ini digunakan motor DC yang mempunyai torsi yang kuat guna mengangkat beban yang berat.

## 3. Metode Penelitian

Blok diagram panel surya dengan pelacak matahari dual aksis ini ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem terdiri dari 1 buah panel surya 50 WP, 4 buah sensor LDR untuk mendapatkan cahaya matahari dengan intensitas lebih tinggi dari 4 arah mata angin, penggerak motor DC yang dilengkapi dengan roda gigi agar mempermudah pengendalian posisi panel surya, mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali utama, *solar charge controller* (SCC), dan baterai berupa aki. Motor DC yang digunakan adalah motor DC tipe PG56 (Gambar 2) dengan spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. *Gear box* yang digunakan mempunyai rasio 1:50 ditunjukkan pada Gambar 3. Rancangan rangka pelacak matahari ditunjukkan pada Gambar 4. Bentuk rangka pelacak ini menggunakan metode *Tip-tilt dual-axis tracker* (TTDAT). Aki yang digunakan adalah aki GS Astra Hybrid Series NS40Z / 38B20R dengan spesifikasi:12V 35Ah.



Gambar 1. Blok diagram sistem pelacak sinar matahari



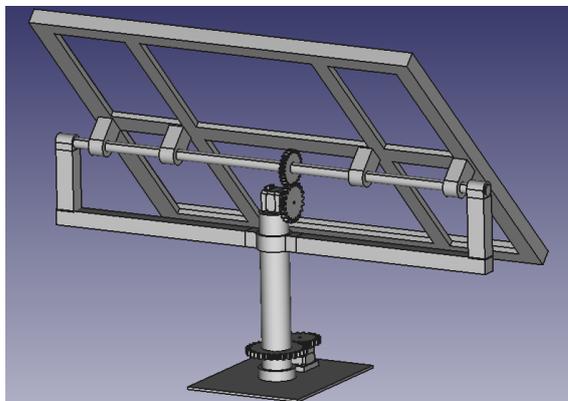
Gambar 2. Motor DC PG56

Tabel 1. Spesifikasi Motor DC PG56

Spesifikasi	Besar	Satuan
Arus tanpa beban	$\leq 1,600$	A
Putaran tanpa beban	$312 \pm 10\%$	r.p.m
Torai	30	kgf.cm
Arus dengan beban	$\leq 6,800$	A
Putaran dengan beban	$250 \pm 10\%$	r.p.m



Gambar 3. Gear box



Gambar 4. Rancangan rangka pelacak matahari

Rangkaian elektronis sistem pelacak matahari ini ditunjukkan pada Gambar 5. Diagram alir pelacak matahari ditunjukkan pada Gambar 6. Motor yang menggerakkan panel surya secara horizontal bekerja berdasarkan perbedaan nilai tegangan keluaran LDR sebelah timur dan barat dengan persamaan

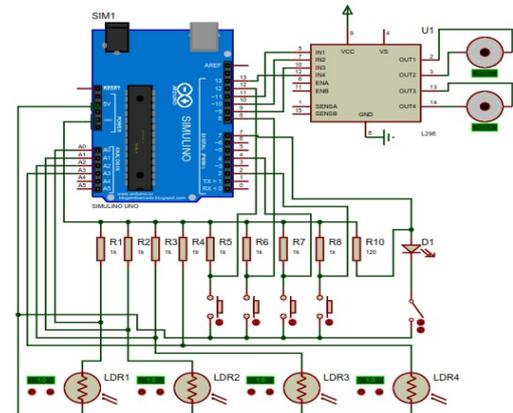
$$ew_{error} = V_{LDR-east} - V_{LDR-west}$$

Rumus 1. Perhitungan kesalahan posisi timur-barat

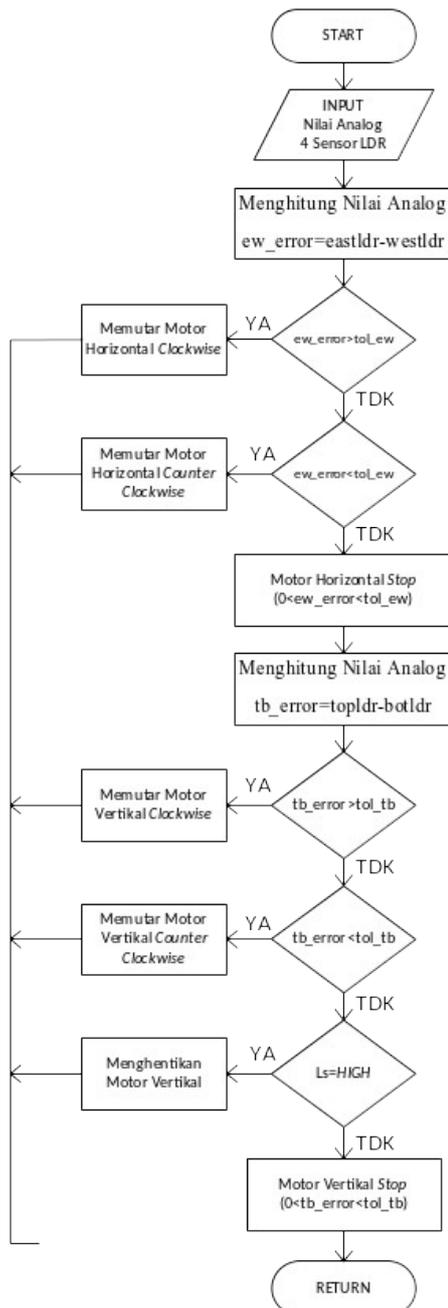
Motor yang menggerakkan panel surya secara vertikal bekerja berdasarkan perbedaan nilai tegangan keluaran LDR sebelah atas dan bawah dengan persamaan

$$tb_{error} = V_{LDR-top} - V_{LDR-bottom}$$

Rumus 2. Perhitungan kesalahan posisi atas-bawah



Gambar 5. Rancangan elektronis sistem pelacak matahari



Gambar 6. Diagram alir sistem pelacak matahari

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Sistem perangkat keras pelacak matahari ditunjukkan pada Gambar 7. Rangkaian elektronis sistem ini diletakkan di dalam boks hitam. Motor dan gear box diletakkan di bagian atas dan bagian bawah untuk menggerakkan panel surya untuk arah atas-bawah dan timur-barat.



Gambar 7. Sistem mekanik pelacak cahaya

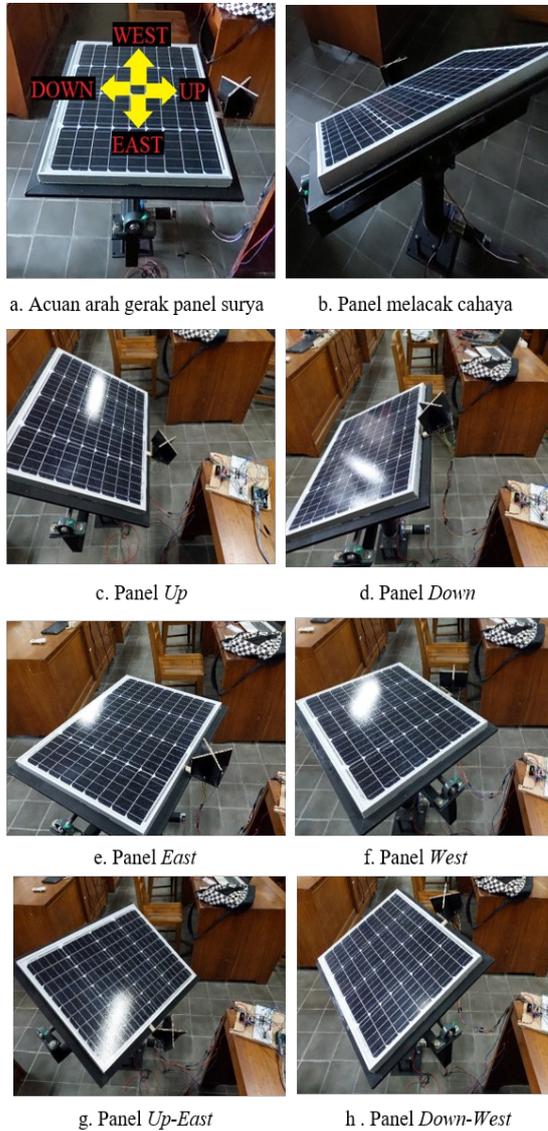
Pengujian gerakan motor mengikuti arah cahaya ditunjukkan pada Gambar 8. Pengujian dilakukan dengan memberi cahaya lampu senter pada sensor LDR. Dari uji coba yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat sudah bisa bekerja dengan baik. Sensor LDR dapat menerima cahaya dan motor DC bergerak sesuai dengan masukan dari sensor LDR.

Pengujian keluaran panel surya pada saat kondisi terang (luxmeter menunjukkan lebih dari 19990) ditunjukkan pada Tabel 2. Dari tabel tersebut tampak bahwa pada kondisi terang di siang hari, panel surya mampu menghasilkan arus rata-rata 2,673 A, dengan arus maksimal sebesar 2,95 A. Dengan demikian, aki dapat digunakan untuk beban DC yang tidak besar, misalnya lampu LED. Namun jika kondisi redup, misalnya cuaca mendung, maka arus yang dihasilkan akan lebih kecil daripada ketika terang, seperti yang ditunjukkan pada grafik Gambar 9.

Selain pengukuran arus pada kondisi cahaya tidak terang (lux kurang dari 19990), pengujian juga dilakukan untuk mengukur teganga, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Pada Gambar 11 ditunjukkan besar daya dari panel surya.

Pada ketiga gambar tersebut (Gambar 9 – 11), baik arus, tegangan maupun daya keluaran panel surya antara kondisi posisi panel surya statis dan otomatis dibandingkan. Tampak bahwa dengan algoritma pelacak

sinar matahari yang sederhana ini dapat meningkatkan kinerja panel surya. Arus yang dihasilkan oleh panel surya dengan pelacak matahari lebih tinggi daripada ketika panel surya dalam kondisi tetap. Beda arus pada kedua kondisi tersebut paling kecil sebesar 16,17 mA dan paling besar 544,01 mA.

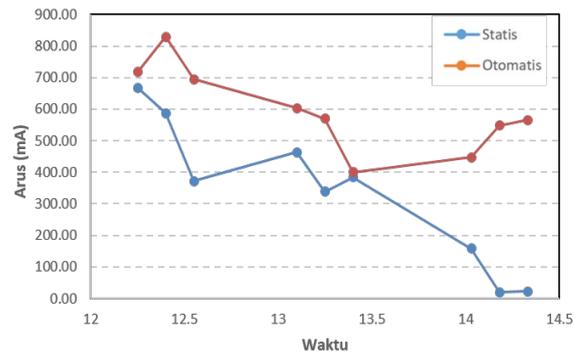


Gambar 8. Pengujian gerakan motor mengikuti arah cahaya

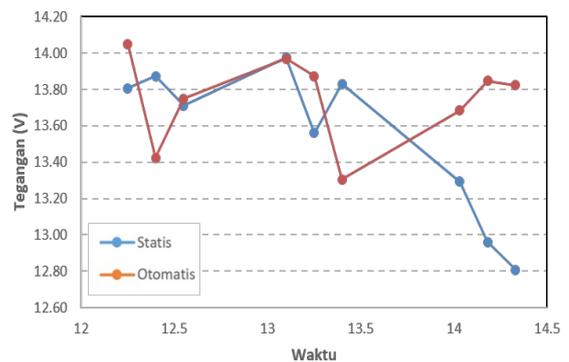
Dari Gambar 10 tampak bahwa beda tegangan antara kondisi ketika posisi panel surya tetap dan otomatis menggunakan pelacak cahaya tidak terlalu berbeda. Perbedaan paling tinggi adalah sebesar 1 V. Ketika menggunakan pelacak cahaya, tegangan keluaran panel surya lebih dari 13 V, sedangkan ketika diposisikan tetap, tegangan panel surya turun sampai di bawah 13 V, yaitu 12,81 V.

Gambar 11 diperoleh dengan mengalikan arus dan tegangan keluaran panel surya

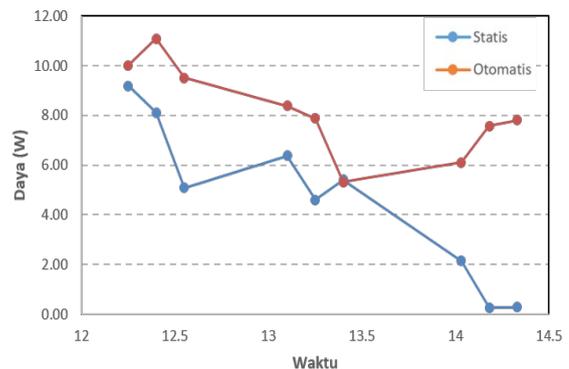
seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10 pada kedua posisi panel surya. Dari Gambar 11 tampak bahwa daya keluaran panel surya antara kondisi ketika posisi panel surya tetap dan otomatis menggunakan pelacak cahaya berbeda. Perbedaan paling tinggi adalah sebesar 7,52 W. Ketika menggunakan pelacak cahaya, daya keluaran panel surya lebih dari 5,32 W, sedangkan ketika diposisikan tetap, daya panel surya kecil, bahkan mencapai 0,25 W.



Gambar 9. Hasil pengujian arus



Gambar 10. Hasil pengujian tegangan



Gambar 11. Hasil pengujian daya

Tabel 2. Pengujian keluaran panel surya

## 5. Kesimpulan dan Saran (Arial, 10, Bold)

### 5.1. Kesimpulan

Panel surya yang dilengkapi dengan pelacak surya, walaupun dengan algoritma yang sederhana menggunakan nilai keluaran LDR, mampu meningkatkan kinerja panel surya. Arus dan daya yang dihasilkan panel surya dengan pelacak matahari lebih tinggi daripada ketika posisi panel surya statis.

### 5.2. Saran

Untuk meningkatkan kinerja pelacak matahari dapat digunakan metode pelacak matahari yang lain.

## Daftar Pustaka

- Ahmed, A. J., & Khan, S. N. (2014). Performance evaluation of solar panel and proposed new algorithm of solar tracking system. *2014 2nd International Conference on Green Energy and Technology, ICGET 2014, September, 9–13*.  
<https://doi.org/10.1109/ICGET.2014.6966652>
- Ardina, G. B. (2019). Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Seminar Hasil Elektro S1 ITN Malang*, 1–11.
- Barsoum, N., & Vasant, P. (2010). *Transaction in Controllers and Energy SIMPLIFIED SOLAR TRACKING PROTOTYPE*. June. [www.pcoglobal.com/gjto.htmES-E11/GJTO](http://www.pcoglobal.com/gjto.htmES-E11/GJTO)
- Bollipo, R. B., Mikkili, S., & Bonthagorla, P. K. (2020). Critical Review on PV MPPT Techniques: Classical, Intelligent and Optimisation. *IET Renewable Power Generation*, 14(9), 1433–1452.  
<https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2019.1163>
- Calavia, M., Perié, J. M., Sanz, J. F., & Sallán, J. (2010). Comparison of MPPT strategies for solar modules. *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 1(8), 1440–1445.  
<https://doi.org/10.24084/repqj08.685>
- Hashim, Y. (2020). *Design of Arduino-Based Dual Axis Solar Tracking System*. 4(2), 129–133.
- Mohanapriya, V., Manimegalai, V., Praveenkumar, V., & Sakthivel, P. (2021). Implementation of Dual Axis Solar Tracking System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1084(1), 012073.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/1084/1/012073>
- Namekar, S., & Dwivedi, V. (2020). *Efficiency of Solar Panel 1*. 6(12), 285–287.
- Nguyen, N. (2016). *Nam Nguyen Solar Tracking System Title Number of Pages Date*. May.
- Ahmed, A. J., & Khan, S. N. (2014). Performance evaluation of solar panel and proposed new algorithm of solar tracking system. *2014 2nd International Conference on Green Energy and Technology, ICGET 2014, September, 9–13*.  
<https://doi.org/10.1109/ICGET.2014.6966652>
- Ardina, G. B. (2019). Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Seminar Hasil Elektro S1 ITN Malang*, 1–11.
- Barsoum, N., & Vasant, P. (2010). *Transaction in Controllers and Energy SIMPLIFIED SOLAR TRACKING PROTOTYPE*. June. [www.pcoglobal.com/gjto.htmES-E11/GJTO](http://www.pcoglobal.com/gjto.htmES-E11/GJTO)
- Bollipo, R. B., Mikkili, S., & Bonthagorla, P. K. (2020). Critical Review on PV MPPT Techniques: Classical, Intelligent and Optimisation. *IET Renewable Power Generation*, 14(9), 1433–1452.  
<https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2019.1163>
- Calavia, M., Perié, J. M., Sanz, J. F., & Sallán, J. (2010). Comparison of MPPT strategies for solar modules. *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 1(8), 1440–1445.  
<https://doi.org/10.24084/repqj08.685>
- Hashim, Y. (2020). *Design of Arduino-Based Dual Axis Solar Tracking System*. 4(2), 129–133.
- Mohanapriya, V., Manimegalai, V., Praveenkumar, V., & Sakthivel, P. (2021). Implementation of Dual Axis Solar Tracking System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1084(1), 012073.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/1084/1/012073>
- Namekar, S., & Dwivedi, V. (2020). *Efficiency of Solar Panel 1*. 6(12), 285–287.
- Nguyen, N. (2016). *Nam Nguyen Solar Tracking System Title Number of Pages Date*. May.
- Noersena, A. (2020). Optimalisasi Penyerapan Energy Solar Cell Non Stasioner Untuk Masyarakat Pesisir Menggunakan Metode Perturb and Observe. *Jurnal EECCIS*, 14(2), 77–81.  
<https://www.jurnaleeccis.ub.ac.id/index.php/eccis/article/view/645>
- Patel, K., Borole, S., Ramaneti, K., Hejib, A., & Raja Singh, R. (2020). Design and implementation of Sun Tracking Solar Panel and Smart Wiping Mechanism using Tinkercad. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 906(1).  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/906/1/012030>
- Pratama, R. A., Pangaribuan, P., & Susanto, E. (2018). *Perancangan Sistem Kendali Posisi Panel Surya Dua Dimensi*. 5(3), 4136–4143.
- Wei, X., Yao, P., & Xie, Z. (2020). Comprehensive Optimization of Energy Storage and Standoff Tracking for Solar-Powered UAV. *IEEE Systems Journal*, 14(4), 5133–5143.  
<https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.2964579>
- Yuan, K. Z., & Engineering, E. (2021). *Design And Development of an Microcontroller Based Automatic Dual Axis Solar Radiation Tracker* *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Research Article*. 12(12), 3149–3156.

Data ke-	Waktu (WIB)	Arus (Ampere)	Nilai Lux Meter	Intensitas Cahaya
1	12.45	2,51	>19990	Terang
2	12.50	2,88	>19990	Terang
3	12.55	2,92	>19990	Terang
4	13.00	2,95	>19990	Terang
5	13.05	2,98	>19990	Terang
6	13.10	2,82	>19990	Terang
7	13.15	2,82	>19990	Terang
8	13.20	2,80	>19990	Terang
9	13.25	2,46	>19990	Terang
10	13.30	2,51	>19990	Terang
11	13.35	2,82	>19990	Terang
12	13.40	2,78	>19990	Terang
13	13.45	2,67	>19990	Terang
Rata-rata		2,673		