

## Rancang Bangun *Single-Axis Solar Tracker* untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Kecil

<sup>1</sup>Sayyidina Ali Hidayatullah dan <sup>2</sup>Styawati

<sup>1</sup>Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

<sup>2</sup>Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia

e-mail: \*<sup>1</sup>[sayyidina\\_ali\\_hidayatullah@teknokrat.ac.id](mailto:sayyidina_ali_hidayatullah@teknokrat.ac.id), <sup>2</sup>[styawati@teknokrat.ac.id](mailto:styawati@teknokrat.ac.id)

---

**Abstract** — The utilization of solar energy as a renewable source of electricity is gaining increasing attention due to its potential in reducing the impact of climate change and dependence on limited fossil resources. This research aims to develop a small-scale single-axis solar tracker using LDR sensors based on Arduino Uno to determine the effectiveness of energy collection from solar panels. The test results indicate that the solar tracker is capable of increasing the power generated by the solar panel compared to the conventional system. Thus, the solar tracker has proven effective in optimizing solar energy absorption. This research provides insights into the potential use of single-axis solar trackers in enhancing the productivity of small-scale solar panels. The conclusion of this study is that all components have functioned as intended, supporting better efficiency and productivity in solar energy collection.

**Keywords:** Solar Energy Power Plant; Solar Panel; Solar Tracker.

---

### 1. PENDAHULUAN

Pemanasan global dan perubahan iklim telah menjadi perhatian dunia yang semakin mendalam [1]. Salah satu solusi untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim adalah dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan, seperti energi surya [1]. Energi surya adalah salah satu sumber energi terbarukan yang paling melimpah di dunia dan memiliki potensi besar untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya bahan bakar fosil yang terbatas serta mengurangi dampak negatif perubahan iklim [2]. Pembangkit listrik tenaga surya adalah teknologi yang semakin populer untuk menghasilkan listrik dari sinar matahari [3]. Namun, untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pembangkit listrik tenaga surya, diperlukan inovasi dalam perangkat dan sistem yang digunakan.

Salah satu tantangan utama dalam pembangkit listrik tenaga surya adalah penurunan efisiensi akibat perubahan posisi matahari sepanjang hari. Sel surya dilapisi dengan kaca, sehingga efisiensi optik sel surya sangat bergantung pada sudutnya terhadap matahari, karena perubahan sudut pantulan dari kaca akan memengaruhi efisiensinya [4]. Saat matahari bergerak dalam rotasinya, intensitas sinar matahari yang diterima oleh panel surya berubah, sehingga mengurangi potensi energi yang dapat dihasilkan. Untuk mengatasi masalah ini, digunakan sistem pelacakan matahari *single-axis* untuk secara otomatis mengarahkan panel surya agar selalu menghadap matahari sepanjang hari [4].

*Single-axis solar tracker* adalah perangkat atau sistem yang dirancang untuk menggerakkan panel surya agar mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari dengan satu sumbu gerakan [5]. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan paparan panel surya terhadap sinar matahari, sehingga meningkatkan efisiensi pengumpulan energi surya. Sumbu gerakan pada *single-axis solar tracker* berjalan sepanjang garis utara-selatan atau timur-barat. Dengan kata lain, *single-axis solar tracker* hanya memiliki satu tingkat gerakan atau satu sumbu rotasi yang memungkinkan panel surya bergerak ke arah tertentu [5]. Meskipun konsep *single-axis solar tracker* telah banyak diimplementasikan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya komersial, masih ada potensi untuk mengembangkan versi yang lebih terjangkau dan efisien, terutama untuk aplikasi skala kecil.

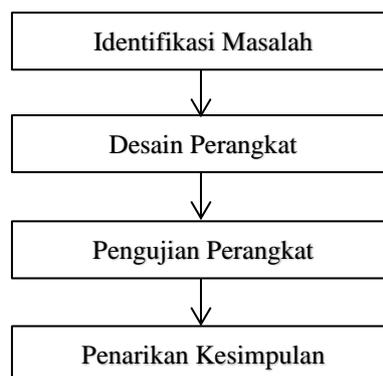
Berdasarkan pemaparan tersebut, maka dirancang perangkat *single-axis solar tracker* untuk mengetahui tantangan teknis yang perlu diatasi dalam perancangan dan pengembangan perangkat ini. Selain itu, studi ini akan memberikan panduan praktis tentang cara merancang dan membangun *single-axis solar tracker* yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya skala kecil. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan produktivitas dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dibahas tentang perencanaan penelitian *single-axis solar tracker* untuk pembangkit listrik tenaga surya skala kecil. Langkah-langkah yang dijelaskan meliputi tahapan penelitian, pemilihan bahan dan komponen, dan algoritma. Penelitian ini berfokus pada konsep *single-axis*. Selain itu dilakukan perincian dalam pemilihan jenis *solar cell* yang digunakan, komponen seperti motor DC, serta dalam penentuan jumlah sensor LDR yang diperlukan untuk menggerakkan *solar cell* sesuai dengan konsep *single-axis*.

### 2.1. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian dibagi menjadi 4 bagian yaitu Masalah, Desain Perangkat, Pengujian Perangkat dan Kesimpulan, sesuai dengan urutan yang ditampilkan dalam Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Tahap Penelitian.

Berikut penjelasan tahapan penelitian.

- Tahapan Identifikasi Masalah. Pada tahap ini dilakukan penentuan masalah dalam penelitian. Proses ini mencakup pengidentifikasian topik penelitian yang relevan. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk memahami secara jelas apa yang ingin diteliti sehingga permasalahan jelas, relevan, dan memiliki landasan teori yang kuat.
- Tahapan Desain Perangkat. Setelah permasalahan diidentifikasi, langkah berikutnya adalah merancang alat. Proses ini mencakup pemilihan bahan dan perencanaan bagaimana alat akan beroperasi.
- Tahapan Pengujian Perangkat. Setelah alat dirancang, maka tahap selanjutnya adalah pengujian alat. Proses ini mencakup pengujian fungsional alat yang telah dirancang. Selama pengujian dilakukan perbandingan kinerja alat dengan perangkat konvensional untuk mengevaluasi keefektifitasannya.
- Tahapan Penarikan Kesimpulan. Tahap akhir adalah menganalisis hasil pengujian fungsional alat dan menyusun kesimpulan berdasarkan perbandingan antara *solar tracker* dengan perangkat konvensional.

### 2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah sistem yang digunakan untuk menghasilkan listrik dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk panel surya fotovoltaik (PV), *inverter*, dan komponen pendukung lainnya [6][7].

Penelitian ini memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya skala kecil. Konsep ini dirancang untuk menghasilkan listrik dari energi matahari dalam kapasitas yang relatif kecil, biasanya untuk penggunaan rumah tangga atau aplikasi terlokalisasi [8]. Selain menjadi sumber listrik yang bersih dan ramah lingkungan,

pembangkit listrik surya skala kecil juga cocok untuk aplikasi terlokalisasi seperti pencahayaan taman, pompa air, atau sistem pemantauan jarak jauh. Pemeliharaannya biasanya minimal, dengan perluasan pembersihan panel surya dan pemeriksaan rutin sebagai tindakan utama.

### 2.3. Panel Surya

Panel surya adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk mengubah energi matahari menjadi listrik. Panel ini terdiri dari sejumlah sel surya fotovoltaik yang terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon [9]. Ketika sinar matahari mengenai sel surya, energi foton dari matahari merangsang elektron dalam bahan semikonduktor, menghasilkan arus listrik searah (DC) yang dapat digunakan untuk menghasilkan daya listrik [10][11].

Panel surya banyak digunakan sebagai sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik. Mereka dapat dipasang di berbagai lokasi, termasuk atap bangunan, lahan terbuka, dan aplikasi portabel seperti pengisian perangkat elektronik. Keuntungan utama dari panel surya adalah sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan, serta mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Energi matahari tersedia dalam jumlah besar di Indonesia [12], menjadikannya sumber daya yang sangat potensial. Dalam penelitian ini, digunakan panel surya 10 Wp untuk menyerap daya matahari, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



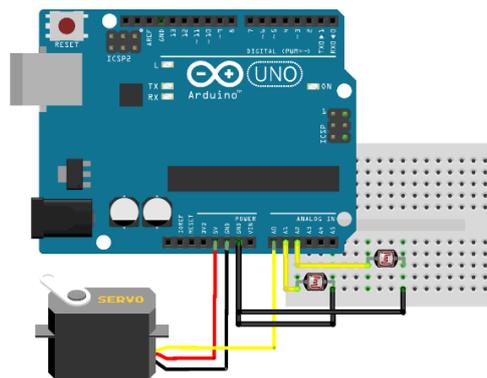
Gambar 2. Panel Surya.

### 2.4. *Single-Axis Solar Tracker*

*Single-axis solar tracker* adalah sistem yang dirancang untuk mengikuti pergerakan matahari sepanjang satu sumbu tertentu, biasanya sumbu horizontal atau vertikal. Tujuan utama dari sistem ini adalah meningkatkan efisiensi penangkapan energi surya dengan menggerakkan panel surya atau modul fotovoltaik agar selalu menghadap langsung ke matahari sepanjang hari. Dengan metode ini, panel surya dapat menangkap lebih banyak cahaya matahari sesuai dengan pergerakan matahari, sehingga meningkatkan produksi energi. Penelusuran satu sumbu dapat mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat (penelusuran horizontal) [5]. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan McFee pada tahun 1975 [13]. Dalam penelitian ini, teknologi yang digunakan melibatkan Arduino Uno dan sensor LDR (*light dependent resistor*), di mana Arduino berfungsi sebagai pengendali yang mengoordinasikan gerakan berdasarkan data yang diperoleh dari sensor LDR.

### 2.5. Blok Diagram

Diagram blok adalah representasi visual yang digunakan untuk menggambarkan struktur atau komponen-komponen utama dalam suatu sistem atau proses [14]. Tiap perangkat memiliki peran yang spesifik, dan berdasarkan diagram blok yang telah disusun maka bisa dilakukan proses perancangan. Bblok diagram pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram.

Berikut adalah penjelasan tentang blok diagram pada Gambar 3.

- Arduino UNO:** Arduino UNO adalah mikrokontroler adalah otak dari sistem yang mengendalikan operasi dan berinteraksi dengan komponen lainnya [15]. Arduino UNO digunakan untuk membaca data dari sensor LDR, mengolah informasi, dan mengirim perintah ke servo.
- Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*):** Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitarnya [16]. Dalam blok diagram, terdapat sensor LDR yang terhubung ke pin A1 dan A2 pada Arduino UNO. Sensor LDR mengubah intensitas cahaya menjadi sinyal listrik yang akan dibaca oleh Arduino.
- Servo Motor:** Servo adalah perangkat yang dapat menggerakkan sudut tertentu sesuai dengan perintah yang diberikan [17]. Servo terhubung ke pin A0 pada Arduino UNO. Arduino mengirimkan perintah ke servo berdasarkan informasi yang diterima dari sensor LDR untuk mengendalikan posisi atau sudut servonya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan alat ini melibatkan pemilihan komponen yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Beberapa komponen ini kemudian diatur dan didesain untuk membentuk perangkat *single-axis solar tracker*. Hasil dari pembuatan alat ini dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. *Single-Axis Solar Tracker*.

Alat ini menggunakan panel surya dengan kapasitas sebesar 10 watt-peak (10 Wp). Angka tersebut bermakna bahwa panel surya ini mampu menghasilkan hingga 10-watt listrik ketika terpapar oleh sinar matahari dengan intensitas yang optimal. Panel surya dengan kapasitas 10 Wp ini digunakan sebagai sumber energi untuk mendukung operasi sistem *single-axis solar tracker* yang telah dirancang dalam penelitian ini. Tabel 1 berikut menunjukkan komponen fungsional pada sistem.

Tabel 1. Komponen Fungsional Sistem.

No	Nama Komponen	Fungsi Komponen	Identifikasi
1	Arduino UNO	Memberi perintah pada sistem sehingga panel surya dapat bergerak mengikuti rotasi matahari.	Berhasil
2	Sensor LDR	Membaca intensitas cahaya matahari.	Berhasil
3	Servo MG996R	Menggerakkan panel surya sehingga dapat bergerak mengikuti arah rotasi matahari.	Berhasil
4	Panel Surya 10WP	Menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik.	Berhasil

### 3.1. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan proses penyerapan pada *solar tracker* dengan posisi *fixed* atau tanpa *tracker* pada jam 09.00 sampai 14.00 kemudian mengumpulkan data terkait daya yang dihasilkan oleh sistem, tegangan dan arus yang terukur selama penerapan alat. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja sistem. Data-data yang dikumpulkan selama pengujian ini dianalisis efisiensi dan produktivitas sistem dalam menghasilkan energi listrik dari panel surya. Data hasil dari pengujian yang telah dilakukan tersedia pada Tabel 2.

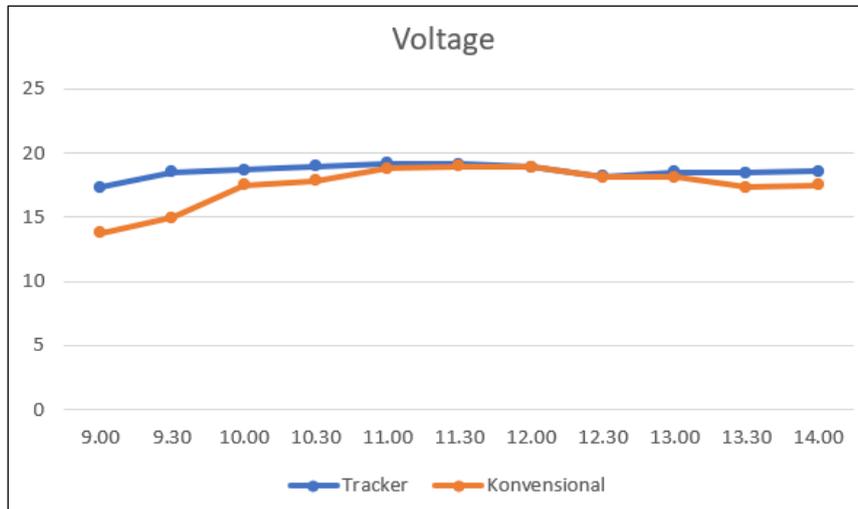
Tabel 2. Data Solar Panel.

Waktu	Solar Tracker			Konvensional		
	Watt	Voltage	Ampere	Watt	Voltage	Ampere
9.00	6.77	17.35	0.39	4.27	13.79	0.31
9.30	8.14	18.49	0.44	4.79	14.96	0.32
10.00	9.91	18.69	0.53	6.83	17.50	0.39
10.30	11.19	18.97	0.59	9.09	17.82	0.51
11.00	13.64	19.21	0.71	10.73	18.82	0.57
11.30	15.10	19.11	0.79	11.20	18.99	0.59
12.00	13.98	18.89	0.74	13.98	18.89	0.74
12.30	12.89	18.16	0.71	12.49	18.10	0.69
13.00	12.59	18.52	0.68	10.32	18.11	0.57
13.30	10.69	18.43	0.58	7.10	17.31	0.41
14.00	7.80	18.57	0.42	7.35	17.49	0.42
<i>Average</i>	11.15	18.58	0.60	10.10	17.41	0.58

Tabel tersebut menampilkan data waktu, *voltage* (tegangan), *ampere* (arus), dan *watt* (daya) yang berguna dalam menyajikan hasil pengujian secara terstruktur. Tabel menampilkan hasil akhir berupa nilai rata-rata atau *average*. Selanjutnya data-data pada tabel tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik. Berikut hasil data dari panel surya dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7.

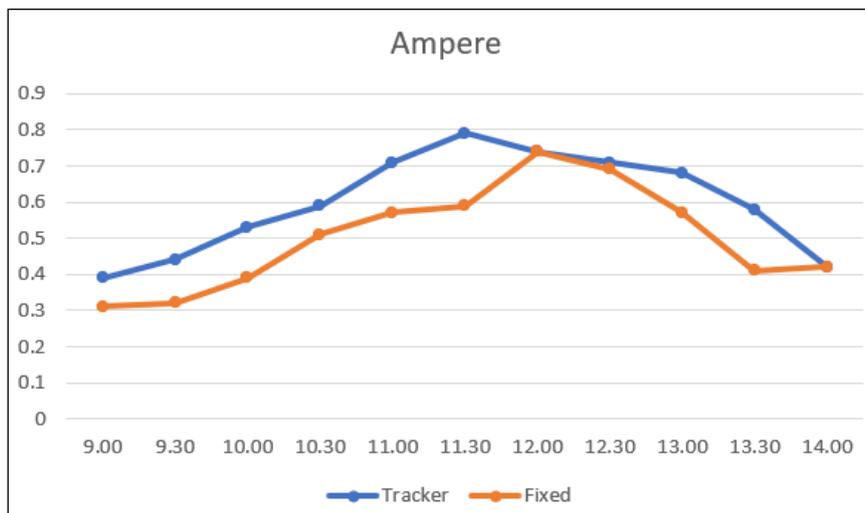
Tabel 2 menyajikan data waktu, tegangan (*voltage*), arus (*ampere*), dan daya (*watt*), yang berguna untuk menampilkan hasil pengujian secara terstruktur. Tabel ini menunjukkan nilai rata-rata atau *average* dari hasil akhir pengujian. Data-data tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memberikan

gambaran yang lebih jelas dan informatif. Hasil data dari panel surya yang divisualisasikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5, 6, dan 7, yang menampilkan variasi tegangan, arus, dan daya sepanjang waktu pengujian, sehingga memberikan wawasan mendalam tentang efisiensi dan efektivitas panel surya dalam kondisi pengujian yang dilakukan.



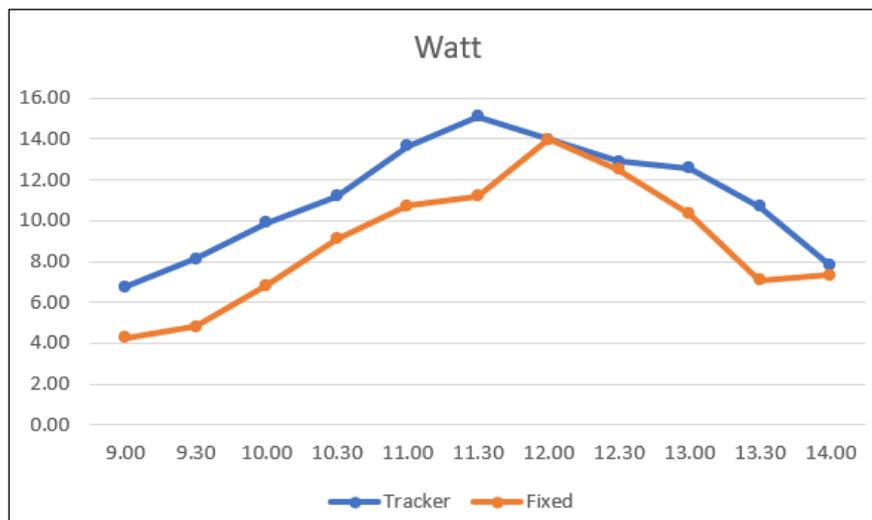
Gambar 5. Grafik Voltage.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dalam hal tegangan (*voltage*), sistem *solar tracker* menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi tetap (*fixed*). Rata-rata nilai tegangan yang diukur pada *solar tracker* adalah sekitar 18.58 volt, sedangkan pada posisi tetap hanya sekitar 17.41 volt. Angka ini menunjukkan bahwa *solar tracker* mampu mengoptimalkan penyerapan energi matahari, sehingga meningkatkan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.



Gambar 6. Grafik Ampere.

Dalam hal arus (*ampere*), hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa sistem *solar tracker* menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi *fixed*. Rata-rata nilai arus yang diukur pada *solar tracker* adalah sekitar 0.58 ampere, sedangkan pada posisi *fixed* hanya sekitar 0.42 ampere. Hal ini menunjukkan bahwa *solar tracker* tidak hanya meningkatkan tegangan tetapi juga arus yang dihasilkan oleh panel surya, menandakan penyerapan energi yang lebih efisien.



Gambar 7. Grafik Watt.

Selain itu, dalam hal daya (*watt*), sistem *solar tracker* kembali menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan posisi *fixec*. Rata-rata nilai daya yang diukur pada *solar tracker* adalah sekitar 11.15 *watt*, sedangkan pada posisi *fixed* hanya sekitar 10.10 *watt*. Hasil nilai ini menunjukkan bahwa *solar tracker* secara keseluruhan meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari dan menghasilkan lebih banyak daya dari panel surya.

#### 4. KESIMPULAN

Panel surya berfungsi sebagai sumber energi utama yang menghasilkan listrik, sementara sensor LDR mendeteksi intensitas cahaya secara akurat. Arduino Uno berperan sebagai pusat kendali sistem, mengatur pergerakan *solar tracker*, dan servo motor menggerakkan *solar tracker* secara efektif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh *solar tracker* lebih tinggi dibandingkan dengan sistem konvensional atau posisi tetap (*fixed*). Hal ini menunjukkan bahwa *solar tracker* mampu mengoptimalkan penyerapan energi matahari. Dalam penelitian ini, penggunaan sensor LDR dan Arduino Uno sebagai pengendali *solar tracker* telah terbukti meningkatkan kinerja pengumpulan energi. Namun, untuk implementasi lebih lanjut, perlu mempertimbangkan faktor-faktor seperti perawatan, biaya, dan keandalan sistem. Penelitian ini memberikan wawasan tentang potensi *single-axis solar tracker* dalam meningkatkan produktivitas panel surya pada skala kecil. Hasil riset ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan sistem energi surya yang lebih efisien dan berkelanjutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Azhar & D. A. Satriawan, Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional, *Administrative Law & Governance Journal*, Vol. 1, No. 4, pp. 398–412, 2018, doi: 10.14710/alj.v1i4.398-412.
- [2] S. Manan, Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Efisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia, *Gema Teknologi*, pp. 31–35, 2009, [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/1722>.
- [3] N. U. Putri, F. Santoso, & F. Trisnawati, Rancang Bangun Solar Tracking System Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Berbasis Microcontroller Arduino Uno, *Electrician*, Vol. 16, No. 2, pp. 161–167, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n2.2266.
- [4] M. Ervin & Jamaaluddin, *Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Alternatif Energi Listrik Skala Rumah Tangga*, 2020, [Online]. Available: <http://eprints.umsida.ac.id/7230/>
- [5] A. B. Pulungan, Q. Fajri, & I. Yelfianhar, Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya Menggunakan

- Single Axis Tracker Pada Daerah Khatulistiwa, *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, Vol. 7, No. 2, p. 261-270, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.113304.
- [6] M. B. Arief, M. Widyartono, W. Aribowo, & A. L. Wardani, Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid dan Monitoring Berbasis Node-Red, *Elposys*, Vol. 11, No. 1, pp. 45–50, Feb. 2024.
- [7] H. B. Tambunan, *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish, 2020.
- [8] K. A. Nugraha, A. U. Krismanto, & Y. I. Nakhoda, Rancang Bangun Solar Tracker Dual Axis Menggunakan Fuzzy Based Untuk Optimasi PLTS Skala Kecil, *SinarFe7*, pp. 1–5, 2020.
- [9] A. Daniswara, G. Raydiska, & Y. Timotius, Strategi Implementasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) di Indonesia, *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, Vol. 4, No. 2, pp. 9–15, 2020, doi: 10.30588/jo.v4i2.835.
- [10] A. Julisman, I. D. Sara, & R. H. Siregar, Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola, *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, Vol. 2, No. 1, pp. 35–42, 2017.
- [11] M. Nurdiansyah, E. C. Sinurat, M. Bakri, I. Ahmad, & A. B. Prasetyo, Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino Uno, *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, Vol. 1, No. 2, pp. 7–12, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i2.14.
- [12] Balisranislam, P. Harahap, & S. Lubis, Perancangan Alat Inverter Energi Listrik Menggunakan Simulink Matlab, *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur, dan Energi*, Vol. 4, No. 2, pp. 91–98, 2021.
- [13] C. Y. Lee, P. C. Chou, C. M. Chiang, & C. F. Lin, Sun Tracking Systems: A review, *Sensors*, Vol. 9, No. 5, pp. 3875–3890, 2009, doi: 10.3390/s90503875.
- [14] A. Fauzan & R. Fahlefi, Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis Arduino Uno, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, Vol. 3, No. 1, pp. 84–94, 2022, doi: 10.33365/jimel.v3i1.1735.
- [15] U. Ulfa, S. Syahreza, I. Irhamni, M. S. Surbakti, & F. Fauzi, Aplikasi Sensor Sht-11 Sebagai Alat Pendeteksi Kadar Air Pada Biji Kopi, *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi dan Elektro*, Vol. 6, No. 2, pp. 1–6, 2021, doi: 10.24815/kitektro.v6i2.21195.
- [16] S. Supatmi, Pengaruh Sensor LDR terhadap Pengontrolan Lampu, *Majalah Ilmiah UNIKOM*, Vol. 8, No. 2, pp. 175–180, 2010.
- [17] R. Y. Nasution, H. Putri, & Y. S. Hariyani, Perancangan dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino, *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, Vol. 2, No. 1, pp. 83–94, 2016, doi: 10.25124/jett.v2i1.96.