



Sistem Solar Tracker Dual Axis Berbasis IOT pada Fotovoltaik Monokristalin untuk Catu Daya Alat *Insect Light Trap*

Vemas Nofriadi¹, Ibrohim²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,
Kota Surabaya, Indonesia^{1,2}

*Email : vemasnofriadi.22020@mhs.unesa.ac.id

Diterima: 13-07-2026 | Disetujui: 19-07-2026 | Diterbitkan: 21-07-2026

ABSTRACT

Indonesia has significant potential for the utilization of solar energy. However, the efficiency of conventional photovoltaic systems remains limited because most solar panels are installed in fixed positions. This study aims to design and analyze an Internet of Things (IoT)-based Dual-Axis Solar Tracker using monocrystalline photovoltaic panels to power an insect light trap. The research employed a quantitative experimental approach involving system design, prototype implementation, hardware and software integration, and performance testing. This study addresses the gap in previous research by integrating a dual-axis solar tracker, monocrystalline photovoltaic technology, and real-time IoT monitoring into a single system specifically designed to support an insect light trap. The novelty of this research lies in the integration of automatic solar tracking with real-time monitoring of voltage, current, and power through the Blynk platform. The experimental results show that the dual-axis solar tracker operated successfully and achieved a photovoltaic conversion efficiency of 6.98%, which is higher than the 5.15% efficiency of the fixed photovoltaic system. Furthermore, the proposed system produced an average output power of 11.73 W, compared with 8.65 W generated by the fixed solar panel system, representing an improvement in solar energy harvesting of approximately 35.6%.

Keywords: Dual Axis Solar Tracker; Internet of Things (IoT); Monocrystalline Photovoltaic; Insect Light Trap.

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi surya. Tetapi, efisiensi sistem fotovoltaik konvensional masih terbatas karena sebagian besar panel surya dipasang secara tetap. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis solar tracker dual axis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan fotovoltaik monokristalin untuk alat insect light trap. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif eksperimental melalui perancangan sistem, implementasi prototipe, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian kinerja. Penelitian ini menjawab kesenjangan pada penelitian sebelumnya dengan mengintegrasikan solar tracker dual axis, teknologi fotovoltaik monokristalin, dan pemantauan IoT secara real-time dalam satu sistem yang dirancang khusus untuk mendukung insect light trap. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan pelacakan matahari otomatis dengan pemantauan tegangan, arus, dan daya secara real-time melalui platform Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem solar tracker dual axis berhasil beroperasi dengan baik dan menghasilkan efisiensi penyerapan sekitar 6,98% lebih tinggi daripada sistem statis 5,15% dengan nilai daya keluaran 11,73 watt lebih

tinggi dibandingkan sistem solar statis yang menghasilkan nilai 8,65 watt, sehingga meningkatkan penyerapan energi yakni lebih tinggi dengan nilai 35,6%.

Kata Kunci: Solar Tracker Dual Axis; Internet of Things (IoT); Fotovoltaik Monokristalin; Insect Light Trap.

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Nofriadi, V., & Ibrohim, I. (2026). Sistem Solar Tracker Dual Axis Berbasis IOT pada Fotovoltaik Monokristalin untuk Catu Daya Alat Insect Light Trap. Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Manajemen Indonesia, 2(2), 3617-3628. <https://doi.org/10.63822/kf7jjn75>

PENDAHULUAN

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia, mengingat letak geografisnya yang berada di garis khatulistiwa dengan intensitas sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun. Pemanfaatan energi surya dapat menjadi solusi penting untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang semakin menipis dan mahal. Namun, teknologi panel surya yang digunakan saat ini masih menghadapi tantangan dalam hal efisiensi, terutama karena pemasangan panel yang statis sehingga tidak dapat memaksimalkan penyerapan sinar matahari sepanjang hari (Saragih et al., 2024). Di sisi lain, sektor pertanian yang menjadi tulang punggung ketahanan pangan nasional menghadapi tantangan besar dari hama serangga. Praktik umum pengendalian hama serangga dengan pestisida kimia secara berlebihan terbukti menimbulkan dampak negatif, seperti resistensi hama, terbunuhnya organisme non-target, pencemaran lingkungan, dan risiko kesehatan bagi manusia (Sudarsono et al., 2022). Kondisi ini menuntut adanya inovasi teknologi yang mampu menjawab tantangan di sektor energi dan pertanian secara berkelanjutan.

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan panel fotovoltaik sebagai solusi energi bersih seringkali terkendala oleh efisiensi yang belum optimal. Kebanyakan panel surya dipasang dalam posisi statis (diam), yang membuatnya tidak dapat menyerap intensitas cahaya matahari secara maksimal sepanjang hari akibat pergerakan semu matahari (Fauzi et al., 2018)]. Akibatnya, daya listrik yang dihasilkan menjadi lebih rendah dari kapasitas optimalnya. Sementara itu, teknologi perangkat serangga berbasis cahaya (light trap) bertenaga surya telah dikembangkan sebagai alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan (Suprayoga et al., 2023). Namun, sistem catu daya pada light trap yang ada umumnya masih mengandalkan panel surya statis, sehingga efisiensi penyerapan energinya rendah dan daya tahan operasionalnya, terutama saat malam hari, menjadi terbatas. Terdapat sebuah kesenjangan teknologi dimana belum ada integrasi optimal antara sistem pelacak matahari (solar tracker) yang efisien dengan perangkat light trap untuk memastikan pasokan daya yang lebih maksimal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penerapan teknologi pelacak matahari menjadi sangat dibutuhkan. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa penggunaan solar tracker mampu meningkatkan efisiensi penyerapan energi surya secara signifikan. Sebuah studi menunjukkan bahwa sistem solar tracker dual axis, yang mampu bergerak mengikuti posisi matahari pada sumbu horizontal dan vertikal, dapat menghasilkan energi listrik hingga 2196 Wh per hari, jauh melampaui sistem statis yang hanya menghasilkan 1311 Wh pada kondisi yang sama (Ardina, 2022). Peningkatan efisiensi yang drastis ini akan menjamin ketersediaan energi yang cukup untuk mengoperasikan light trap secara efektif sepanjang malam, sehingga memaksimalkan fungsinya dalam memerangkap hama serangga. Dan untuk meningkatkan nilai fungsionalitas dan kemudahan pengelolaan, sistem ini perlu diintegrasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT). Konsep IoT pada sistem solar tracker dual axis memungkinkan pemantauan parameter penting seperti tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya secara real-time melalui aplikasi (Karya et al., 2023). Dengan adanya fitur ini, petani atau pengguna dapat memastikan sistem catu daya untuk light trap berfungsi dengan baik tanpa harus melakukan pengecekan langsung di lapangan, yang mana hal ini dapat meningkatkan efisiensi kerja.

Berbagai penelitian terdahulu telah menjadi fondasi bagi pengembangan sistem ini. Studi oleh (Myori et al., 2019), berhasil membuktikan bahwa sistem pelacakan matahari dapat meningkatkan daya keluaran dari panel surya. Di sisi lain, penelitian oleh (Suprayoga et al., 2023) dan (Hidayati et al., 2024)

telah menunjukkan efektivitas penggunaan light trap bertenaga surya dalam menangkap hama pada berbagai jenis tanaman. Meskipun demikian, penelitian yang menggabungkan ketiga elemen kunci—yaitu efisiensi tinggi dari solar tracker dual axis, keandalan fotovoltaiik monokristalin, dan kemudahan pemantauan melalui IoT untuk menciptakan catu daya yang dioptimalkan khusus untuk light trap masih belum banyak dilakukan. Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan mengintegrasikan ketiga teknologi tersebut ke dalam satu sistem yang sinergis.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji fungsi dari sebuah alat prototipe solar tracker dual axis berbasis IoT pada fotovoltaiik monokristalin yang dioptimalkan sebagai catu daya untuk alat light trap skala mini. Dimana sistem yang diusulkan diharapkan dapat menjadi solusi teknologi tepat guna yang efisien, mandiri secara energi, dan mudah dikelola untuk mendukung praktik pertanian modern yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan pestisida kimia. Secara teoritis penelitian ini diharapkan bisa memberikan pengetahuan serta wawasan terkait pengembangan pada sistem pelacak surya sumbu ganda menggunakan IoT yang diterapkan pada alat perangkap serangga. Adapun manfaat praktis yaitu bisa memberikan manfaat bagi lingkungan dengan mengurangi penggunaan bahan pestisida kimia. Dan memberikan peningkatan yang efektif dalam pengendalian hama di sektor pertanian dan rumah tangga.

METODE PENELITIAN

Penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental ini berfokus pada perancangan dan pengujian prototipe *solar tracker dual axis* berbasis *Internet of Things* (IoT) pada panel fotovoltaiik monokristalin sebagai catu daya *light trap* berskala mini untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari. Proses perancangan perangkat keras (meliputi panel surya, baterai, sensor LDR, INA219, motor DC, dan mikrokontroler ESP32) serta perangkat lunak (menggunakan Arduino IDE dan platform pemantauan Blynk) dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya, sedangkan pengujian kinerja sistem secara *outdoor* diterapkan di area persawahan Desa Ngablak Rejo, Kabupaten Gresik.

Prosedur penelitian mencakup studi literatur, perancangan sistem, implementasi, pengujian operasional alat, hingga analisis data dan penarikan kesimpulan. Fokus pengumpulan data dititikberatkan pada pengamatan durasi nyala beban lampu UV, keakuratan pembacaan sensor arus dan tegangan yang divalidasi dengan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), serta kinerja pergerakan *solar tracker*. Selanjutnya, data hasil pengujian dianalisis secara matematis untuk mengevaluasi kinerja sistem melalui perhitungan daya input berdasarkan intensitas radiasi cahaya, daya output panel, *fill factor* (FF), dan persentase efisiensi akhir dari panel surya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini merancang sistem solar tracker dual axis berbasis IoT pada fotovoltaiik monokristalin untuk catu daya alat insect light trap yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prototype Solar Tracker Dual Axis
(Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026))

Pembuatan Rangka Panel Surya

Pembuatan rangka untuk panel surya sebagai sistem solar tracker dual axis, pertama membuat penopang pada panel surya.



Gambar 2. Rangka Panel Surya
(Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026))

Perancangan Hardware

Pada tahap ini bertujuan untuk membuat wiring pada setiap komponen yang akan dibuat. Desain wiring harus sesuai dengan kinerja sistem solar tracker dual axis yang dapat mengikuti arah gerak matahari dan memonitoring tegangan, arus dan daya yang dihasilkan.

Pengkodean Program

Pengkodean program dilakukan menggunakan *software* Arduino Ide berupa bahasa C++. Program dibuat sesuai dengan fungsi yang diinginkan. *Software* Arduino Ide dapat memverifikasi apakah coding program sudah sesuai atau tidak, sebelum program di upload pada mikrokontroler ESP32 untuk memastikan tidak ada kesalahan program.

Instalasi dan Pengawatan Komponen

Pemasangan Instalasi dan Konfigurasi Program sesuai dengan wiring pada komponen sebelumnya, kemudian memastikan semua pin *input* dan *output* terpasang sesuai dengan alamat yang telah dipilih. Tampilan instalasi wiring kabel dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Instalasi dan Pengawatan Komponen
(Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026))

Integrasi IoT dalam Platform Aplikasi

Pembuatan tampilan *interface* pada web Blynk IoT yang dapat terhubung pada aplikasi android yang didesain untuk menampilkan beberapa monitoring dan notifikasi. Membuat kode pada web blynk yang nantinya akan digabungkan dengan program pada mikrokontroler ESP32.

Arsitektur Layer Pada IoT

Perception Layer pada hasil penelitian ini yaitu hasil pengujian sensor INA219 yang dapat dilihat pada *point 7* dan juga aktuator yang digunakan pada penelitian ini yaitu worm gear motor DC yang berfungsi menggerakkan panel surya. Transportation layer pada hasil penelitian ini yaitu WiFi yang berfungsi untuk mengirimkan informasi yang dikumpulkan oleh perception layer ke aplikasi Blynk yang ada di android atau web Blynk. Application Layer pada hasil penelitian ini yaitu aplikasi *Blynk* dan web *Blynk* yang menyediakan layanan sesuai yang diinginkan pengguna yaitu untuk memonitoring tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh panel surya.

Pengujian Kinerja Sensor INA219

Pada penelitian ini sensor INA219 digunakan untuk memonitoring arus dan tegangan DC yang dihasilkan oleh panel surya. Untuk mengetahui akurasi sebenarnya dilakukan perbandingan berupa hasil ukur sensor INA219 dan multimeter.

Tabel 1. Pengujian Sensor INA219

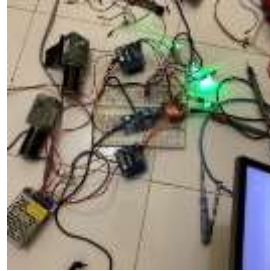
Tegangan	Sensor	Multimeter	Persentase Error
3V	3,04V	3,08V	0,13%
5V	5,05V	5,09V	0,78%
7V	7,07V	7,11V	0,56%
9V	9,06V	9,11V	0,54%

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026)

Berdasarkan tabel 1 hasil pengujian menunjukkan sensor INA219 memiliki nilai error rata – rata 0,48%. Berdasarkan Range nilai *MAPE*.

Pengujian Gerak Motor DC

Pada penelitian ini motor DC digunakan untuk menggerakkan panel surya agar dapat mengikuti arah cahaya matahari secara otomatis. Untuk mengetahui kinerja gerak motor, dilakukan pengujian berupa pengamatan arah dan respon pergerakan motor berdasarkan pembacaan sensor.



Gambar 4. Pengujian Gerak Motor DC
(Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026))

Pengujian Monitoring IoT

Pada pengujian ini mikrokontroler sudah terintegrasi dengan IoT dan dapat memonitoring data yang dikirim oleh mikrokontroler menggunakan aplikasi blynk, pada monitoring ini menunjukkan nilai tegangan, arus, dan daya DC. Hasil monitoring dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Monitoring Aplikasi Blynk Pada Android
(Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026))

Pengujian Ketahanan Baterai

Pada pengujian ini, baterai aki sebelumnya sudah lebih dulu terisi tegangannya dengan panel surya. Pada pengujian ini menunjukkan nilai tegangan baterai aki. Pengujian ini mulai dilakukan pada pukul 18.00 – 00.00 dini hari setelah itu dilanjutkan lagi pada pukul 06.00-16.00 sore hari.

**Tabel 2. Pengujian Ketahanan Baterai Aki untuk Menyuplai
Sistem Tracker dan Light Trap**

No	Jam	Tegangan (V)
1	18.00	12,81
2	19.00	12,8
3	20.00	12,8
4	21.00	12,79
5	22.00	12,78
6	23.00	12,76
7	00.00	12,74
8	06.00	12,74
9	07.00	12,73
10	08.00	12,73
11	09.00	12,72
12	10.00	12,7
13	11.00	12,67
14	12.00	12,66
15	13.00	12,64
16	14.00	12,61
17	15.00	12,6
18	16.00	12,58

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026)

Berdasarkan tabel 2 hasil pengujian, tegangan baterai mengalami penurunan dari 12,81 V menjadi 12,58 V. Penurunan terjadi secara bertahap selama sistem beroperasi karena baterai digunakan untuk menyuplai daya ESP32, sensor, relay, dan motor penggerak panel surya. Meskipun terjadi penurunan tegangan, baterai masih mampu menyuplai daya yang cukup sehingga sistem dapat bekerja dengan baik selama pengujian.

Pengujian Panel Surya

Hasil pengujian panel surya dengan menggunakan sistem tracker dan tanpa tracker (statis) dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pengujian Panel Surya
(Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026))

Pengujian dilakukan pada tanggal 10 – 12 juni 2026 pada pukul 10.00 – 15.00 WIB di area Persawahan Desa Ngablak Rejo, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik. Dapat dilihat pada hari ke-3 pada pukul 12.00 tegangan yang dihasilkan oleh panel surya sempat menurun. Kondisi tersebut terjadi karena cuaca pada waktu itu sedikit mendung, tetapi sistem tracker masih dapat bekerja mengikuti arah sinar matahari. Ketika malam hari sistem solar tracker berhenti pada posisi terakhir panel surya mendapatkan cahaya. Data hasil pengujian yang diambil yaitu Voc (Pengujian Tegangan Hubung Terbuka), Isc (Arus Hubung Singkat), Vm (Tegangan Berbeban) dan Im (Arus Berbeban).

Pada hari ketiga terjadi penurunan keluaran listrik akibat intensitas cahaya matahari berkurang karena kondisi mendung. Meskipun demikian, sistem tracker tetap menghasilkan nilai keluaran yang lebih tinggi dibandingkan panel statis, terutama setelah kondisi cuaca kembali membaik pada pukul 13.00–15.00 WIB. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pelacak matahari tetap mampu mempertahankan orientasi panel secara optimal meskipun cahaya matahari mengalami fluktuasi.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Panel Surya Tanpa Beban Selama Tiga Hari

Parameter	Panel Surya Statis	Solar Tracker Dual Axis	Selisih	Keterangan
Rata-rata Voc (V)	18,79	19,15	+0,36	Tracker lebih tinggi
Rata-rata Isc (A)	0,83	0,98	+0,15	Tracker lebih tinggi
Fill Factor (FF)	0,554	0,625	+0,071	Tracker lebih baik

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026)

Pada hari ketiga, hasil pengujian mengalami penurunan dibandingkan dua hari sebelumnya karena kondisi cuaca didominasi mendung pada pagi hingga siang hari. Penurunan intensitas cahaya matahari menyebabkan keluaran tegangan, arus, dan daya kedua sistem ikut menurun. Namun demikian, sistem solar tracker dual axis masih mampu menghasilkan rata-rata daya sebesar 10,693 W, lebih tinggi dibandingkan panel surya statis yang menghasilkan 9,609 W. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pelacakan matahari tetap memberikan keuntungan meskipun cahaya matahari tidak optimal.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Panel Surya Dengan Beban Selama Tiga Hari

Parameter	Panel Surya Statis	Solar Tracker Dual Axis	Selisih	Persentase Peningkatan
Rata-rata Vmp (V)	13,51	13,96	+0,45	3,33%
Rata-rata Imp (A)	0,64	0,84*	+0,20	31,25%
Rata-rata Daya (W)	8,65	11,73	+3,08	36,41%
Efisiensi Panel (%)	5,15	6,98	+1,83	36,38%

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026)

Berdasarkan hasil rekapitulasi pengujian selama tiga hari, sistem Solar Tracker Dual Axis menunjukkan hasil nilai yang lebih baik dibandingkan panel surya statis. Nilai rata-rata tegangan hubung terbuka (Voc) meningkat dari 18,79 V menjadi 19,15 V, sedangkan arus hubung singkat (Isc) meningkat dari 0,83 A menjadi 0,98 A. Peningkatan tersebut berdampak pada nilai Fill Factor dan efisiensi panel surya. Berdasarkan hasil rekapitulasi pengujian dengan beban selama tiga hari, sistem Solar Tracker Dual

Axis menghasilkan tegangan, arus, dan daya keluaran yang lebih tinggi dibandingkan panel surya statis. Nilai rata-rata daya keluaran panel statis sebesar 8,65 W, sedangkan sistem tracker mencapai 11,73 W. Dengan demikian, sistem tracker mampu meningkatkan daya keluaran sekitar 35,6% dibandingkan panel statis. Selain itu, efisiensi panel meningkat dari 5,15% menjadi 6,98%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mekanisme pelacakan matahari pada dua sumbu mampu meningkatkan penyerapan cahaya matahari sehingga panel menghasilkan daya yang lebih besar dan lebih stabil selama proses pengujian.

Pengujian Sensor LDR dengan Lampu Light Trap

Pengujian sensor LDR dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mengendalikan lampu UV pada light trap secara otomatis berdasarkan perubahan intensitas cahaya. Sensor LDR dibaca menggunakan ADC 12-bit dengan rentang nilai 0–4095. Kondisi terang pada pukul 10.00–18.10 WIB dan 06.10–12.00 WIB.

Tabel 5. Pengujian LDR dan Lampu UV Light Trap

No.	Waktu	Nilai ADC (%)	Relay	Lampu UV
1.	10.00 – 15.00 WIB	Terang 3800–4095	OFF	Mati
2.	15.00 – 17.40 WIB	Terang 2200–3500	OFF	Mati
3.	17.40 – 18.10 WIB	Terang 1000–2200	OFF	Mati
4.	18.10 – 06.10 WIB	Gelap 0–800	ON	Menyala
5.	06.10 – 08.00 WIB	Terang 1000–2200	OFF	Mati
6.	08.00 – 12.00 WIB	Terang 3500–4095	OFF	Mati

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti (2026)

Berdasarkan hasil pengujian, sensor LDR mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya dengan baik sehingga sistem dapat mengendalikan lampu UV secara otomatis. Ketika nilai ADC berada pada kisaran 1000–4095 yang menunjukkan kondisi terang, relay berada pada kondisi OFF sehingga lampu UV tetap mati. Sebaliknya, saat nilai ADC menurun pada kisaran 0–800 yang menandakan kondisi gelap, relay berubah menjadi ON dan lampu UV menyala secara otomatis. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja sesuai dengan perancangan, yaitu mengontrol lampu UV Light Trap secara otomatis.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perancangan dan pembuatan alat ini menggunakan sistem solar tracker dual axis. Menggunakan komponen antara lain ESP32, Sensor INA219, Buckconverter LM2596, Modul Sensor LDR, Solar Charger Controller (PWM) dan pendukung lainnya. Dan kinerja alat yang dihasilkan dari pengujian panel surya selama tiga hari, panel surya yang menggunakan sistem solar tracker dual axis mampu menghasilkan rata-rata tegangan hubung terbuka (Voc) sebesar 19,15 volt dan rata-rata arus hubung singkat (Isc) sebesar 0,97 serta hasil rata-rata nilai tegangan berbeban (Vm) sebesar 13,96 volt dan rata-rata arus berbeban (Im) sebesar 0,58 ampere selama mengambil data tiga hari dan mendapatkan nilai efisiensi lebih tinggi sebesar 8,51% dibandingkan dengan panel surya yang tidak menggunakan sistem solar tracker (statis) yang hanya menghasilkan rata-rata tegangan hubung terbuka (Voc) sebesar 18,79 volt dan rata-rata arus hubung singkat (Isc) sebesar 0,83

arus. Serta hasil rata-rata nilai tegangan berbeban (V_m) sebesar 13,51 volt dan rata-rata arus berbeban (I_m) sebesar 0,64 ampere selama mengambil data tiga hari dan mendapatkan nilai efisiensi sebesar 4,83% Dengan total selisih sebesar 3,68%.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk peneliti selanjutnya supaya menggunakan platform aplikasi IoT yang berbeda agar tidak terbatas tampilan monitoring pada aplikasi. Juga bisa menggunakan lapisan anti air pada sistem agar terhindar dari konsleting listrik ketika pengujian dilakukan pada cuaca yang mendung atau hujan. Dan menggunakan motor stepper atau motor servo yang memiliki torsi besar agar pergerakan panel surya mengikuti arah gerak matahari lebih mudah diatur sudut derajatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Ainuddin, S. Manjang, and F. A. Samman, "Sistem Pengendali Pengisian Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *J. Penelit. Enj.*, vol. 21, no. 2, pp. 16–24, 2018, doi: 10.25042/jpe.112017.03.
- A. H. Danarparasaji, S. I. Haryudo, T. Wrahatnolo, and M. Rohman, "IoT-Based Dual Axis Solar Tracker Design on Monocrystalline Photovoltaic for Hydroponic Plant Water Pump Power Supply," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 77–87, 2025, doi: 10.20895/jtece.v7i1.1636.
- A. Mukhtar, R. Hermana, A. Burhanudin, and Y. Setyoadi, "Sensor dan Aktuator," pp. 1–82, 2023, [Online]. Available: www.freepik.com
- A. Suprayoga, E. M. Indrawati, K. R. T. P. Sari, and H. A. Munawi, "Rancang Bangun Otomatisasi Lampu Perangkap Hama Tenaga Surya Pada Tanaman Bawang Merah," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 37–44, 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i1.1836.
- D. Darwin, A. Panjaitan, and S. Suwarno, "Analisa pengaruh Intesitas Sinar Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Sel Surya Jenis Monokristal," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 1, no. 2, pp. 99–106, 2020, doi: 10.53695/jm.v1i2.105.
- D. E. Myori, R. Mukhaiyar, and E. Fitri, "Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic [Solar Light Tracking System in Photovoltaics]," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 19, no. 1, pp. 9–16, 2019.
- D. H. Sinaga, "Dampak Penggunaan Dual Axis Solar Trackers terhadap Efisiensi Fotovoltaik The Impact of Using Dual Axis Solar Trackers on Photovoltaic Efficiency," vol. 7, pp. 225–230, 2025.
- Firmando Saragih, Realita Buaton, and Magdalena Simanjuntak, "Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis pada Pengisian Energi Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT)," *Router J. Tek. Inform. dan Terap.*, vol. 2, no. 3, pp. 239–252, 2024, doi: 10.62951/router.v2i3.220.
- G. B. Ardina, "Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Semin. Has. Elektro S1 ITN Malang*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- H. J. Andi, A. Yanie, and L. A. Siregar, "Rancang Bangun Pengupas Kulit Kacang Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8 Dan Panel Surya 20 Wp," *JMRI J. Multidiscip. Res. Innov.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–11, 2023, doi: 10.61240/jmri.v1i3.27.
- I. Novianty and W. Sholihah, "Implementasi Alat Pencacah Daun Bambu Kering sebagai Media Tanam dengan Arduino Uno," *Multinetics*, vol. 8, no. 2, pp. 105–114, 2022, doi: 10.32722/multinetics.v8i2.4714.

- K. G. Martikha and A. C. Hermawan, "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar Ultraviolet dan Suara pada Pertanian Padi," *J. Tek. Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 73–78, 2024, doi: 10.26740/jte.v13n1.p73-78.
- K. W. Fauzi, T. Arfianto, and N. Taryana, "Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 4, no. 1, pp. 63–74, 2018, doi: 10.15575/telka.v4n1.63-74.
- L. A. Gunawan, A. I. Agung, M. Widyartono, and S. I. Haryudo, "Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya portable," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 65–71, 2021.
- M. H. Y. Nityasa, "Rancang Bangun Solar Tracker Dual Axis Guna Optimalisasi Kinerja Panel Surya Untuk Penerangan Pada Kapal," *Ranc. Bangun Sol. Tracker Dual Axis Guna Optim. Kinerja Panel Surya Untuk Penerangan Pada Kapal*, p. 3, 2016.
- M. Junaldy, S. R. U. A. Sompie, and S. Patras, "Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 9–14, 2019.
- N. Soedjarwanto, "Prototipe Smart Door Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (Internet Of Things)," *Electrician*, vol. 15, no. 2, pp. 73–82, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2167.
- P. Gunoto, A. Rahmadi, and E. Susanti, "Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet of Things," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 285–294, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4555.
- Q. Hidayati, E. Sorongan, A. W. Aditya, Zulkarnain, and A. Mustaqim, "Teknologi Light Trap Deteksi Hama Menggunakan Panel Surya," *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, vol. 6, no. April, pp. 1–6, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/index>
- Ramadhika Dwi Poetra, "Rancang Bangun Mobile Robot Penghindar Rintangan Menggunakan Tenaga Surya," *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2019.
- S. Sudarsono *et al.*, "Light trap Lampu LED Sebagai Penjebak Hama Padi Berbasis Sel Surya Bagi Petani di Desa Lembeyan Kulon Kabupaten Magetan," *J. Pengabd. ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2022, doi: 10.20527/ilung.v2i1.4361.
- T. Alamsyah, A. Hiendro, and Z. Abidin, "Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya," *J. Tek. Elektron.*, p. 10, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/viewFile/48425/75676590121>
- T. Kawinda, A. Muayyadi, and A. Mulyana, "Penerapan Teknologi Internet Of Things Pada Hidroponik Cabai Rawit Dengan Sistem Dutch Bucket Menggunakan ESP32 Dan Blynk," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 6, pp. 3377–3385, 2022, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/19009>
- U. E. A. Radifan and M. Raihan, "LAPORAN TUGAS AKHIR VERSI 0.2 Lampu Perangkap Hama Padi (Light Trap)," no. 20524061, p. 107, 2024.
- U. M. Karya, J. Mayor, M. Hasibuan, K. Bekasi, and J. Barat, "Pemanfaatan Solar Tracker Dual Axis Berbasis Iot Pada Fotovoltaik Polikristalin," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 42–49, 2023, doi: 10.30596/rele.v6i15.