

ANALISA EFEKTIVITAS PENDINGINAN TERMAL PANEL SURYA BERBASIS IOT ; PERBANDINGAN POMPA OTOMATIS DAN MANUAL

Oleh:

Nur Muhammad Abdillah

Izza Anshory

Program Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

November, 2025



Pendahuluan

Meningkatnya kebutuhan Listrik di Indonesia mendorong penggunaan/pemanfaatan potensi energi surya yang tinggi (rata-rata 3.8 kWh/m² per hari). Namun, tantangan utamanya Adalah suhu tinggi yang dapat menurunkan efisiensi dan output daya panel surya (PV). Karena performa PV paling efisien pada suhu sekitar 40°C, diperlukan sistem pendingin aktif. Teknologi Internet of Thing (Iot) kini memungkinkan pemantauan dan control real-time untuk sistem pendinginan tersebut.

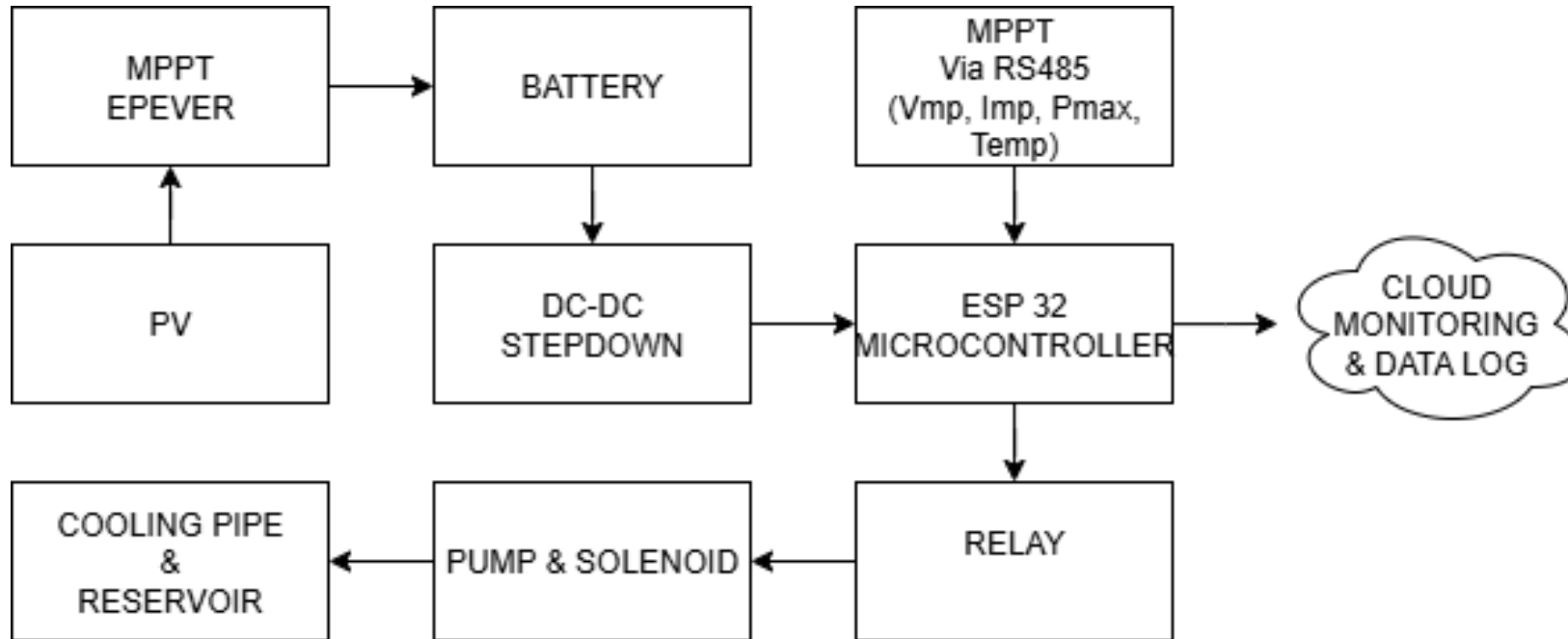
Rumusan Masalah

Meskipun pendinginan penting untuk panel surya, belum ada perbandingan langsung antara efektivitas sistem pendingin manual (terjadwal) dengan sistem otomatis berbasis IoT (sensor suhu) dalam kondisi lapangan yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan secara langsung kedua sistem tersebut untuk menentukan mana yang memberikan keuntungan energi bersih terbaik

Batasan Masalah

1. Pengujian hanya dilakukan 1 hari dalam kondisi langit cerah
2. Analisis data mengabaikan dampak dari faktor lingkungan seperti kecepatan angin dan kelembapan
3. Penelitian ini tidak mengkaji keandalan jangka panjang atau masalah implementasi seperti endapan mineral dan berat tambahan sistem

Blok Diagram



Desain Rangkaian

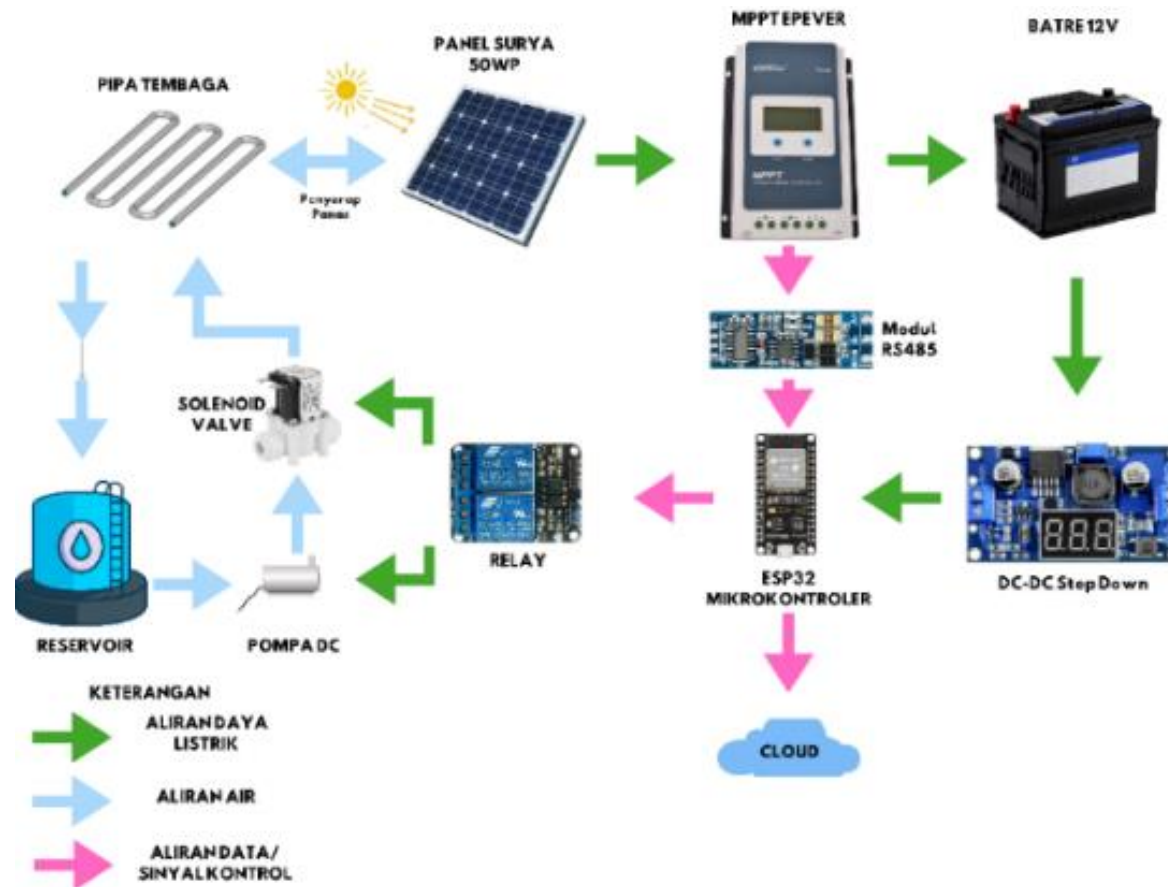
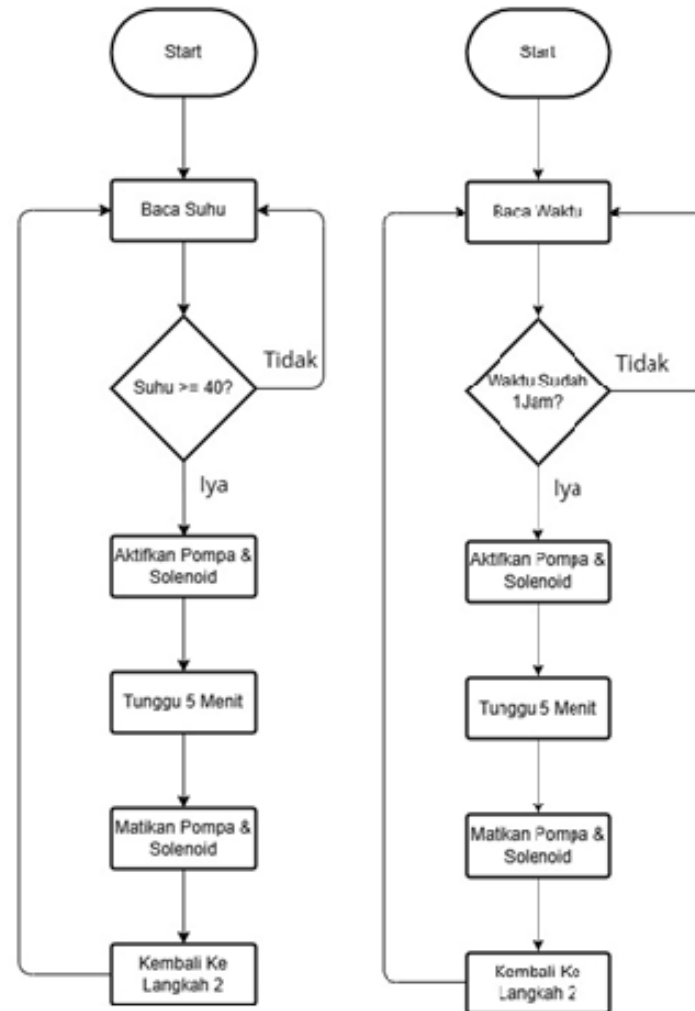
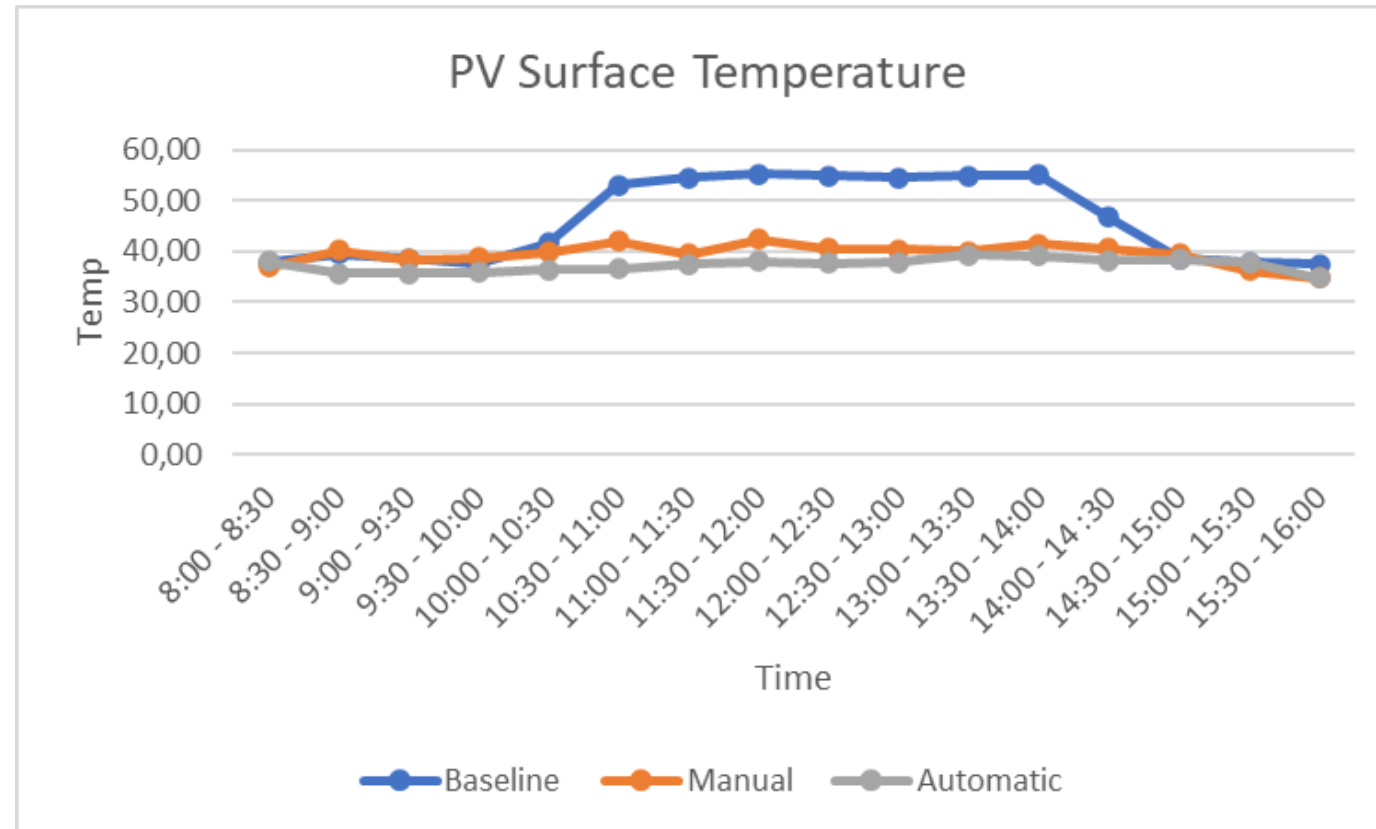


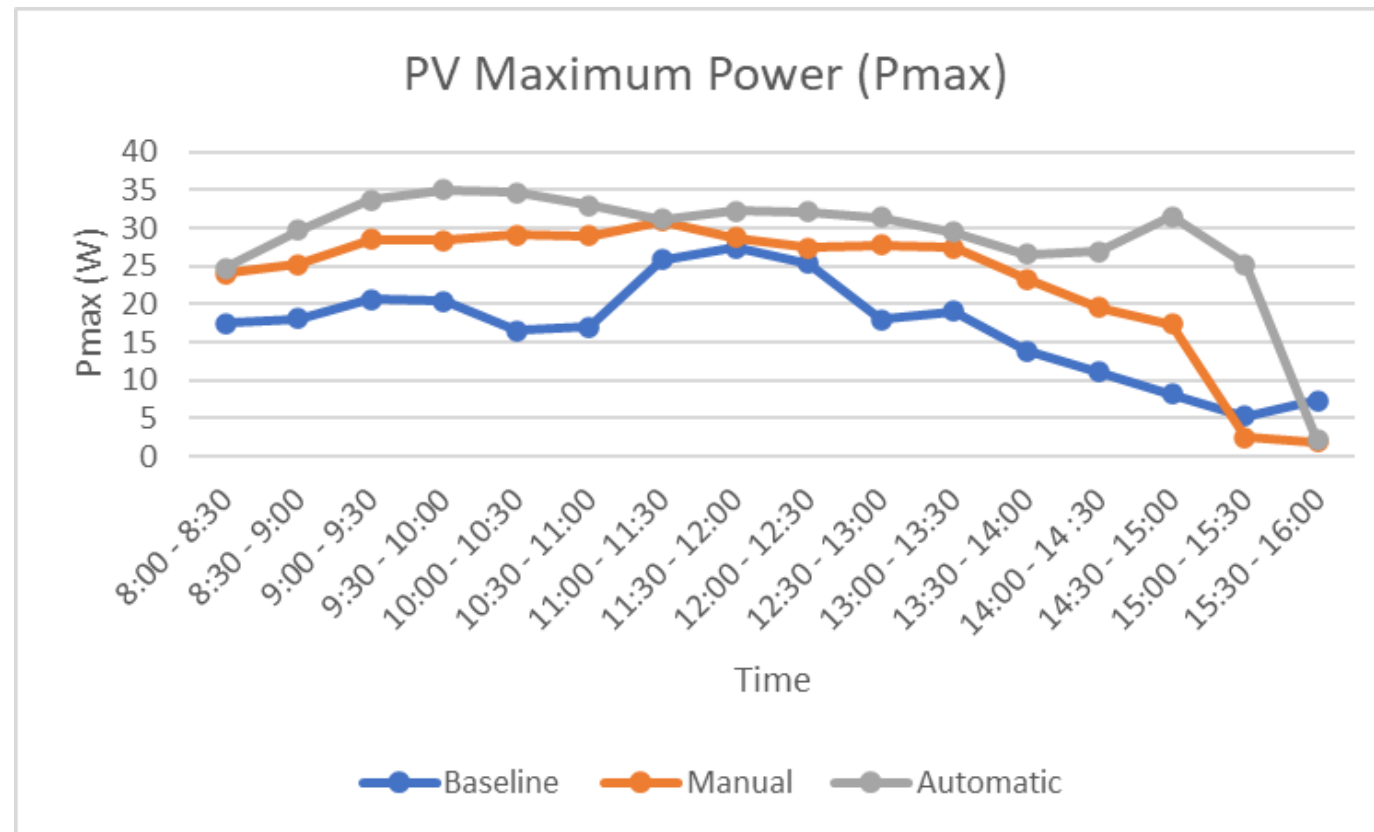
Diagram Alir



Hasil Pengujian



Hasil Pengujian



Hasil & Penjelasan

Grafik PV Surface Temperatur (Suhu Permukaan PV) Menunjukkan bahwa panel tanpa pendingin(Basel ine) mengalami panas berlebih yang signifikan, dengan suhu melonjak di atas 55 °C pada Tengah hari. Sebaliknya mode pendingin Otomatis secara konsisten berhasil menjaga suhu panel tetap dingin rendah dan stabil , rata-rata di sekitar 37-39 °C

Grafik PV Maximum Power (P_{max}) (Daya Maksimum PV) menunjukkan dampak langsung dari suhu tersebut : Mode Otomatis (abu-abu) yang suhunya terjaga stabil , selalu menghasilkan output daya (P_{max}) tertinggi, terutama di tengah hari. Sebaliknya, mode Baseline (biru) yang panas, justru mengalami penurunan output daya yang signifikan pada jam-jam puncak tersebut.

Kesimpulan

Dalam kondisi pengujian langit cerah, mode pendingin otomatis berbasis IoT terbukti paling efektif. Mode ini berhasil menurunkan suhu rata-rata $8,84^{\circ}\text{C}$, yang berkontribusi pada peningkatan energi bersih (net) sebesar 36,05% dibandingkan panel tanpa pendingin (base line). Meskipun mode manual juga meningkatkan hasil, efisiensinya lebih rendah karena interval operasinya yang tetap (tidak adaptif).

Penting untuk dicatat bahwa temuan ini terbatas pada pengamatan satu hari. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan data multi-hari dan kondisi cuaca yang beragam untuk menguji keandalan dan konsistensi jangka panjang dari sistem ini.

Referensi

- [1] A. C. Adi, "Konsumsi Listrik Masyarakat Meningkat, Tahun 2023 Capai 1.285 kWh/Kapita, 2024." Accessed: May 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/konsumsi-listrik-masyarakat-meningkat-tahun-2023-capai-1285-kwh-kapita>
- [2] "SEBAIKNYA KONSUMEN TAHU TENTANG PLTS & Biodiesel," Modul Pembelajaran. [Online]. Available: <https://energiterbukan.org/assets/2020/10/BUKU-PLTS-DAN-BIODISEL.pdf>
- [3] F. Afif and A. Martin, "Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 1, p. 43, 2022, doi: 10.30588/jemmv6i1.997.
- [4] V. Dwisari, S. Sudarti, and Y. Yushardi, "Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 2, pp. 376–384, 2023, doi: 10.37478/optika.v7i2.3322.
- [5] I. Anshory *et al.*, "Monitoring solar heat intensity of dual axis solar tracker control system New approach," *Case Stud. Therm Eng.*, vol. 53, no. October 2023, p. 103791, 2024, doi: 10.1016/j.csite.2023.103791.
- [6] J. Jamaaluddin *et al.*, "Heat Transfer Management of Solar Power Plant for Dryer," *Int. J. Eng. Appl.*, vol. 12, no. 3, p. 195, May 2024, doi: 10.15866/irca.v12i3.23959.
- [7] J. Jamaaluddin, I. Anshory, S. B. Sartika, Khoiri, and Mardiyono, "Utilizing Solar Power for Communication and Illumination in Disaster Zones," *Acad. Open*, vol. 8, no. 2, Aug. 2023, doi: 10.21070/acopen.8.2023.7236.
- [8] M. R. Pratama, J. Jamaaluddin, and I. Sulistiyowati, "Electric Bicycle Battery Charging System Design Using Solar Panel," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 71–81, 2024, doi: 10.21070/jeeu.v8i2.1698.
- [9] N. Atikah, B. Pramono Jati, and D. Nugroho, "Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Daya Output pada Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline 50 Wp," *Cyclotron*, vol. 7, no. 02, pp. 18–25, 2024, doi: 10.30651/cl.v7i02.21822.
- [10] A. F. Aditya and A. Ulinuha, "Analysis of Photovoltaic Panel Performance Integrated with the Grid in a Load-Sharing Scheme," *ELKHA*, vol. 17, no. 1, pp. 53–60, Apr. 2025, doi: 10.26418/elkha.v17i1.91191.
- [11] J. T. Mesin, F. Sains, and U. B. Belitung, "PENGARUH PENDINGINAN PANEL SURYA TERHADAP EFISIENSI DAYA KELUARAN," vol. 10, no. 1, pp. 36–40, 2024.

Referensi

- [12] V. F. Abast, H. J. R. Sumarauw, J. C. Kewas, F. Teknik, P. Studi, and T. Mesin, "ANALISA SUHU PERMUKAAN TERHADAP DAYA OUTPUT SOLAR CELL 10 WP TIPE MONOCRYSTALLINE Viktor," vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2023.
- [13] R. Y. Prasetya, S. A. Adilla, M. F. K. Farid, E. A. Hakim, and D. Suhardi, "Performance Analysis of the 1 MW Rooftop Solar Power Generation System at the Karawang," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 60–70, 2024, doi: 10.21070/jeeu.v8i2.1685.
- [14] A. Husai Siragar and P. Harahap, "Analisis Pengaruh Suhu dan Angin Terhadap Daya dan Efisiensi Panel Surya 100 Wp," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 13, no. 02, pp. 97–102, Aug. 2024, doi: 10.35793/jtek.v13i02.55319.
- [15] J. Harie Satiyadi, R. Muhammad Hudan, and A. Asrori, "Analisis Pengaruh Suhu Panel Surya Terhadap Output Panel Performance," *J. Mech. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 42–51, 2024, doi: 10.47134/jme.v1i1.2189.
- [16] Suwarti, Wahyono, and B. Prasetyo, "Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya," *Eksergi*, vol. 14, no. 3, p. 78, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v14i3.1373.
- [17] E. P. LAKSANA, O. SANJAYA, S. SUJONO, S. BROTO, and N. FATH, "Sistem Pendinginan Panel Surya dengan Metode Penyemprotan Air dan Pengontrolan Suhu Air menggunakan Peltier," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 3, p. 652, 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i3.652.
- [18] Z. R. Tahir *et al.*, "Effect of Temperature and Wind Speed on Efficiency of Five Photovoltaic Module Technologies for Different Climatic Zones," *Sustain.*, vol. 14, no. 23, 2022, doi: 10.3390/su142315810.
- [19] F. Shaik, S. S. Lingala, and P. Veeraboina, "Effect of various parameters on the performance of solar PV power plant: a review and the experimental study," *Sustain. Energy Res.*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.1186/s40807-023-00076-x.
- [20] R. Pido, "ANALISA PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR PERMUKAAN SOLAR CELL TERHADAP DAYA OUTPUT," *Gorontalo J. Infrastruct. Sci. Eng.*, vol. 2, no. 2, p. 24, Oct. 2019, doi: 10.32662/gojise.v2i2.683.

Referensi

- [21] N. M. Janna and D. A. Widodo, "Analisis Karakteristik Modul Panel Surya Dengan Sistem Pendingin Air," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 6, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.33772/jfev6i1.16200.
- [22] Y. M. Al-Sharo, K. Al Smadi, T. Al Smadi, and Y. K. N., "Optimization of Stable Energy PV Systems Using the Internet of Things (IoT)," vol. 31, no. 1, pp. 127–137, 2024, doi: <http://doi.org/10.25130/tjes.31.1.11>.
- [23] I. Anshory, A. Wisaksono, J. Jamaaluddin, and A. Fudholi, "Implementation of ARM STM32F4 microcontroller for speed control of BLDC motor based on bat algorithm" *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 15, no. 1, pp. 127–135, 2024, doi: 10.11591/ijpeds.v15.i1.pp127-135.
- [24] I. Sulistiyowati, A. I. Muzaqi, M. S. Maulana, M. T. Alimova, and Supardi, "Revolutionizing packaged delivery with IoT-based smart boxes: Solving the Dilemma of missed deliveries," 2024, p. 020006. doi: 10.1063/5.0220240.
- [25] S. Syahr orini, A. Rifai, D. H. R. Saputra, and A. Ahfas, "Design Smart Chicken Cage Based On Internet Of Things," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 519, p. 012014, Jul. 2020, doi: 10.1088/1755-1315/519/1/012014.
- [26] A. Ahfas, M. B. Ulum D. H. R. Saputra, and S. Syahr orini, "Automatic Spray Disinfectant Chicken with Android Based on Arduino Uno," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 519, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/519/1/012013.
- [27] A. Wisaksono and C. Aswar Ragil, "Design and Development of Parking Motor Parking Information System at Muhammadiyah University, Sidoarjo Design and Development of Parking Motor Parking Information System at Muhammadiyah University, Sidoarjo", doi: 10.1088/1757-899X/874/1/012015.
- [28] S. D. Ayuni, S. Syahr orini, and J. Jamaaluddin, "Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 40–48, 2021, doi: 10.21831/elinvo.v6i1.40429.
- [29] S. D. Ayuni, S. Syahr orinni, and J. Jamaaluddin, "Sosialisasi Aplikasi Monitoring Keamanan Tanggul Lapindo via Smartphone di Desa Gempol sari," *J. Pengabd. Masy. Progresif Humanis Brainstorming*, vol. 5, no. 1, pp. 154–161, 2022, doi: 10.30591/japhb.v5i1.2717.

