

Data Logger Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano

Rustam Efendi^{*1}, Arjal Tando², Supardi³

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

³Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Jl. Kapten Piere Tendean, No. 109A, Baruga, Kendari

e-mail: ^{*1}rustamefendi032@gmail.com

Abstrak

Data logger memiliki peran penting dalam proses akuisisi dan pemantauan data secara real time pada berbagai aplikasi teknik, khususnya pada sistem energi terbarukan seperti panel fotovoltaik (PV). Namun, sistem monitoring yang ada saat ini umumnya masih memiliki keterbatasan, terutama dari segi biaya implementasi yang relatif tinggi serta fleksibilitas yang rendah dalam pengembangan dan integrasi sistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem data logger berbasis Arduino yang bersifat ekonomis, fleksibel, dan mampu melakukan monitoring secara real time dengan resolusi waktu tinggi pada sistem PV. Metode yang digunakan adalah rancang bangun (design and build), yang meliputi perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, kalibrasi sensor, serta implementasi langsung pada sistem panel fotovoltaik. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan akuisisi data dengan interval sampling satu detik, sehingga memberikan keunggulan dalam pemantauan kondisi dinamis panel PV. Parameter yang diukur meliputi tegangan keluaran panel dan suhu permukaan belakang (back surface temperature) panel fotovoltaik. Data hasil pengukuran disimpan secara otomatis pada media SD Card, sehingga mendukung penyimpanan data jangka panjang serta analisis lanjutan menggunakan perangkat lunak seperti Microsoft Excel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara stabil dan andal dalam kondisi operasional nyata. Tegangan yang terukur berada pada rentang 18 hingga 20 Volt, sedangkan suhu permukaan belakang panel fotovoltaik berkisar antara 28 hingga 51°C.

Kata kunci— data, rancang bangun, real time, sampling rate.

Abstract

Data loggers play a crucial role in real-time data acquisition and monitoring across various engineering applications, particularly in renewable energy systems such as photovoltaic (PV) panels. However, existing monitoring systems are often limited by relatively high implementation costs and low flexibility in system development and integration. Therefore, this study aims to develop an Arduino-based data logger that is cost-effective, flexible, and capable of real-time monitoring with high temporal resolution for PV systems. The method employed in this research is a design-and-build approach, which includes hardware design, software development, sensor calibration, and direct implementation on a photovoltaic panel system. The developed system is capable of acquiring data with a one-second sampling interval, enabling enhanced monitoring of the dynamic behavior of PV panels. The parameters measured include the output voltage of the panel and the back surface temperature of the photovoltaic panel. The recorded data are automatically stored on an SD card, supporting long-term data storage and further analysis using software such as Microsoft Excel. The experimental results indicate that the system operates reliably and stably under real operating conditions. The measured voltage ranges from 18 to 20 Volts, while the back surface temperature of the photovoltaic panel varies between 28°C and 51°C.

Keywords— data, design and development, real time, sampling rate.

1. PENDAHULUAN

Panel surya sebagai penghasil listrik merupakan penggunaan energi terbarukan yang ketersediaannya sepanjang tahun di Indonesia. Dalam pengoperasian panel surya membutuhkan sistem monitoring untuk memantau dan mencatat parameter, seperti suhu, radiasi, tegangan, dan arus. *Data logger* dapat menyimpan data dalam rentang waktu yang lama dan hal ini menjadi kebutuhan untuk terus memonitoring kinerja panel surya.

Data logger berfungsi untuk memantau dan mencatat data dari transduser dan sensor. Pemantauan kinerja panel surya dengan data logger telah membuat pencatatan data menjadi lebih mudah tanpa memerlukan pemantauan rutin oleh pengguna. Biaya pengadaan *data logger* membutuhkan biaya yang tinggi. Saat ini telah tersedia perangkat keras *open source* dalam hal ini adalah mikrokontroler Arduino. Berbagai sensor dapat dihubungkan dengan Arduino untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan. Pembuatan *data logger* secara mandiri untuk memantau panel surya telah banyak dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Singh, et al. [1] mengembangkan sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler Raspberry Pi Zero Wireless Monitoring dengan menggunakan sensor INA219 (pengukur tegangan dan arus) dan amplifier termokopel MAX31855 + termokopel tipe K (pengukuran suhu). Monitoring panel surya berlangsung mulai pukul 08:00 AM hingga 06:00 PM didapatkan peningkatan daya berlangsung pada pukul 01:00 PM hingga 04:00 PM. Pulungan, et al. [2] merancang *data logger* untuk mengukur panel surya, tingkat akurasi sensor INA219 dari hasil pengukuran didapatkan rata-rata tegangan sebesar 99,63% dan rata-rata arus sebesar 91,73%.

Sejumlah penelitian mengenai sistem data logger untuk panel surya telah dilakukan dengan berbagai pendekatan dan teknologi untuk memonitor kinerja sistem *photovoltaic* (PV) secara lebih efisien dan *real-time*. Salah satu penelitian oleh Wahyu, et al. [3] mengembangkan desain data logger untuk output panel surya menggunakan database MySQL. Dalam penelitian ini, data yang diperoleh dari panel surya disimpan dalam database untuk analisis lebih lanjut, yang memungkinkan pemantauan kinerja secara terstruktur dan dapat diakses secara mudah.

Fairuz, et al. [4] meneliti desain perangkat keras untuk sistem pemantauan kesehatan, yang meskipun tidak langsung berkaitan dengan panel surya, prinsip desain yang digunakan dapat diaplikasikan pada sistem pemantauan berbasis data logger untuk berbagai aplikasi, termasuk sistem energi terbarukan seperti panel surya. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai pentingnya desain yang efisien dalam pengumpulan dan analisis data secara *real-time*.

Gupta, et al. [5] mengembangkan sistem akuisisi data yang terhubung dengan *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan sistem PV. Sistem ini menawarkan solusi berbiaya rendah untuk memantau sistem PV secara *real-time*, yang menggunakan platform IoT untuk mengirimkan data pemantauan ke server pusat, memungkinkan analisis jarak jauh dari kinerja panel surya. Pendekatan ini sangat berguna dalam pemantauan panel surya yang tersebar luas, seperti pada sistem pembangkit tenaga surya skala besar.

Hafiz Rahim, et al. [6] dalam penelitiannya mengenai sistem pemantauan E-Wakaf solar menggunakan pendekatan IoT, mengintegrasikan teknologi pemantauan untuk mengukur kinerja sistem tenaga surya dan memastikan bahwa sistem tersebut berfungsi dengan baik. Pendekatan ini mirip dengan sistem data logger yang memungkinkan pemantauan secara *real-time*, mengingatkan pengguna tentang kinerja sistem dan memberikan data untuk evaluasi lebih lanjut.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Jumaat and Othman [7] berfokus pada pengukuran energi surya menggunakan Arduino. Dalam penelitian ini, digunakan mikrokontroler Arduino untuk mengumpulkan data arus dan tegangan dari panel surya, yang kemudian disimpan dan dianalisis untuk memahami kinerja sistem PV pada kondisi tertentu. Sistem ini sederhana namun efektif untuk aplikasi pemantauan energi surya skala kecil.

Onawumi, et al. [8] mengembangkan sistem pembangkit tenaga surya dengan auto-tracking dan perangkat data logging. Sistem ini tidak hanya memantau daya yang dihasilkan oleh panel surya, tetapi juga mengatur posisi panel untuk mengoptimalkan penerimaan cahaya

matahari, yang meningkatkan efisiensi keseluruhan dari sistem PV. Panjaitan [9] mengembangkan implementasi data logger secara *real-time* untuk memonitoring sistem *photovoltaic stand-alone* berbasis Android. Sistem ini memungkinkan pemantauan langsung dari jarak jauh menggunakan aplikasi berbasis Android, memberikan kenyamanan bagi pengguna untuk memantau kinerja sistem surya mereka kapan saja dan di mana saja.

Penelitian ini mengembangkan sistem *data logger* alternatif yang dapat digunakan sebagai pilihan untuk panel surya. Data logger ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah didapatkan dan dikembangkan.

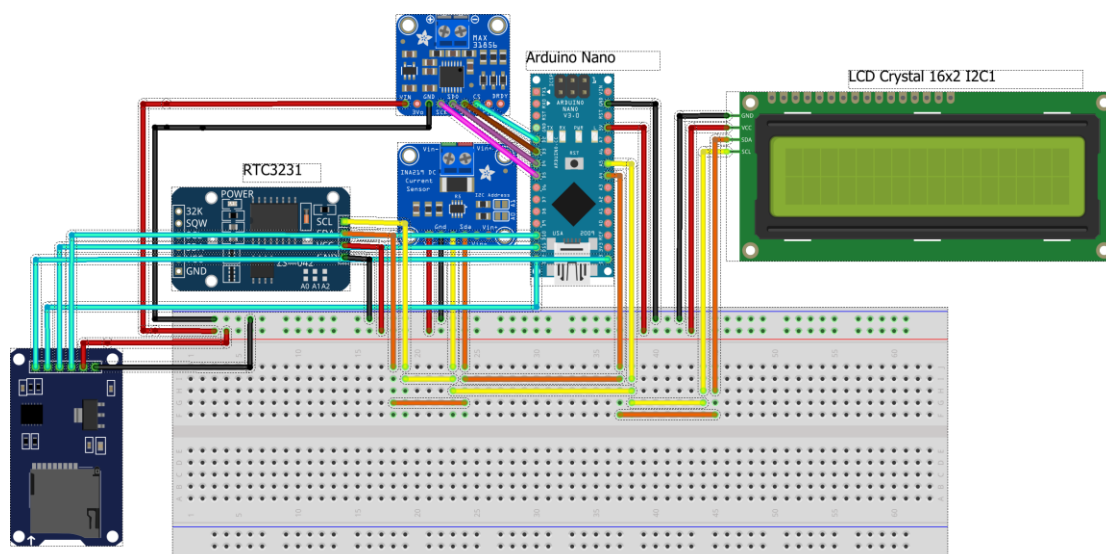
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan alat laptop Asus A456U, solder, obeng, multimeter, *software* Fritzing dan *software* Arduino IDE versi 2.0.2. Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah satu buah Arduino Nano, dua unit Modul Amplifier CJMCU MAX31856 (Universal termokopel), satu unit sensor Adafruit INA219 (tegangan dan arus), Adaptor USB V-Gen, Modul RTC, Modul SD Card, Micro SD V-Gen 32GB, kabel jumper, box panel, panel surya 100Wp, *Solar Charger Control*. *Wiring* sistem monitoring panel surya disajikan pada Gambar 1 sebagai gambaran mengenai sistem monitoring yang dirancang. Secara detail komponen sistem monitoring disediakan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen sistem monitoring panel surya

No	Komponen	Jumlah Unit
1	Amplifier CJMCU MAX31856	2
2	Arduino Nano	1
3	Box panel hitam	1
4	LCD Crystal 16x2	1
5	Modul SD Card	1
6	32GB V-Gen SD Card	1
7	Baut 2 mm	12
8	RTC3231	1
9	Kabel Jumper 40 cm	40
10	Kabel USB	1
11	Termokopel (tipe K)	2
12	Panel Surya 100 Wp	1
13	Solar Charger Control	1
14	Kabel panel surya	1

Posisi sensor juga digambarkan dalam bentuk wiring menggunakan *software* fritzing (Gambar 1), di mana posisi pin diletakkan pada yang sesuai agar tidak terjadi korsleting atau hubungan pendek sehingga tidak merusak komponen sistem monitoring panel surya. Gambar 1 memperlihatkan Arduino Nano sebagai mikrokontroler, RTC sebagai pengatur waktu, Modul SD Card sebagai slot SD Card, penguat sinyal termokopel MAX31856 sebagai pembaca termokopel, sensor INA219 sebagai pembaca tegangan dan arus dan OLED sebagai display data.



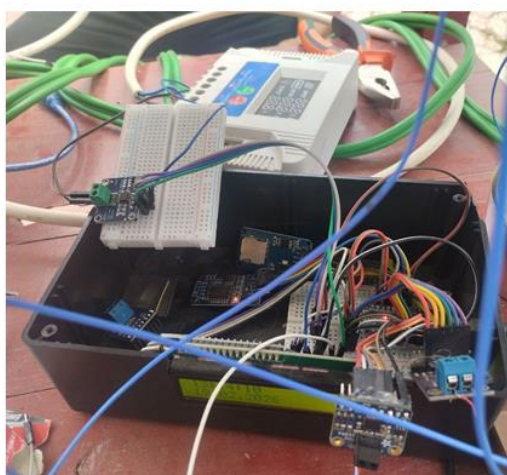
fritzing

Gambar 1. Wiring sistem monitoring panel surya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prototipe Sistem Monitoring Panel Surya

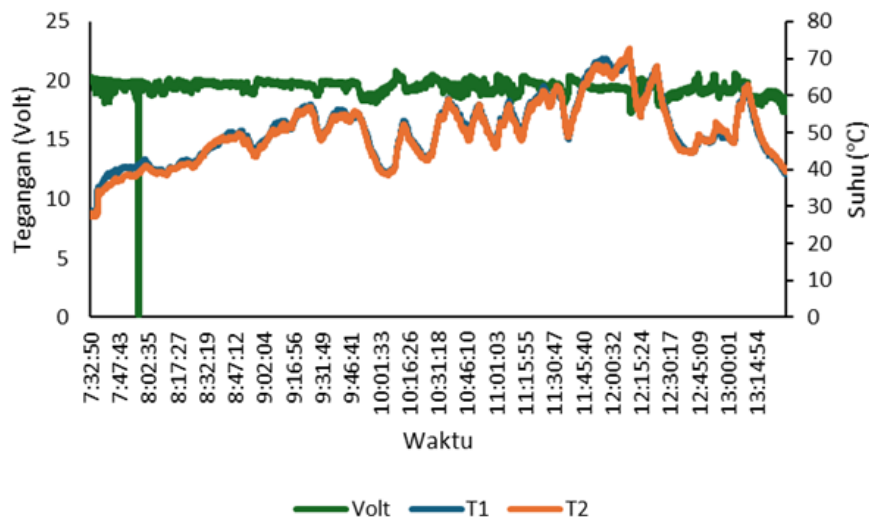
Prototipe sistem monitoring panel surya hasil rancang bangun terdiri atas beberapa komponen di antaranya Arduino Nano, penguat sinyal termokopel MAX31856, sensor INA219, RTC DS3231, Modul SD Card, SD Card V-Gen 32GB, dan LCD Crystal (Gambar 2). *Wiring* menggunakan kabel jumper yang dihubungkan dengan bearboard. Sistem monitoring ini dapat dioperasikan dengan menggunakan power bank maupun menggunakan adaptor 5 Volt.



Gambar 2. Sistem monitoring panel surya

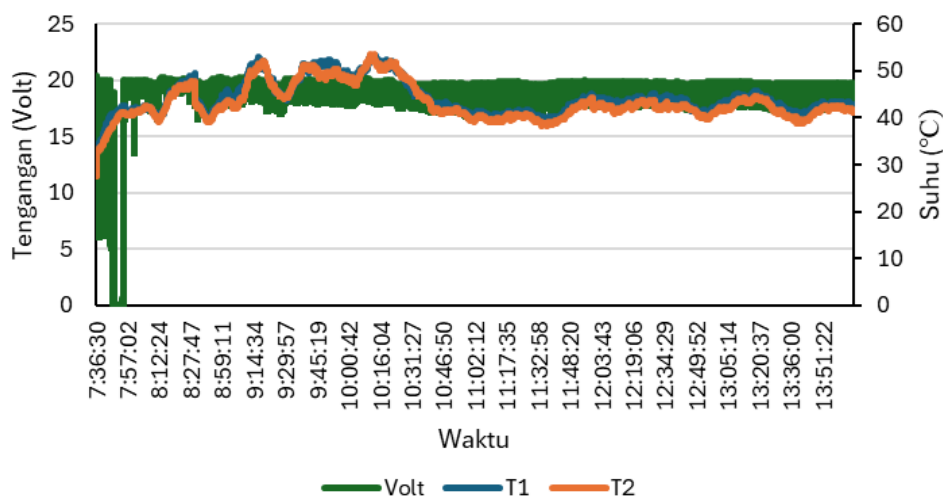
Implementasi sistem monitoring panel surya telah diuji coba dengan mengukur panel surya dalam hal ini suhu, tegangan dan daya pada hari Rabu, 18 Februari 2026. Hanya saja dalam kenyataannya sensor INA219 belum dapat mengukur arus (Ampere) secara benar, meskipun beban terhadap panel surya telah diberikan. Sehingga dalam penelitian ini parameter yang didapatkan hanya suhu dan tegangan. Gambar 4.2 memperlihatkan monitoring suhu dan tegangan panel surya menggunakan sistem monitoring panel surya hasil rancangan. Rentang tegangan yang terukur di antara 18 hingga 20 volt. Sementara untuk suhu bagian bawah panel

surya 28 hingga 71°C. Peningkatan suhu sangat bergantung pada cuaca, apabila cuaca terang peningkatan suhu pun meningkat.



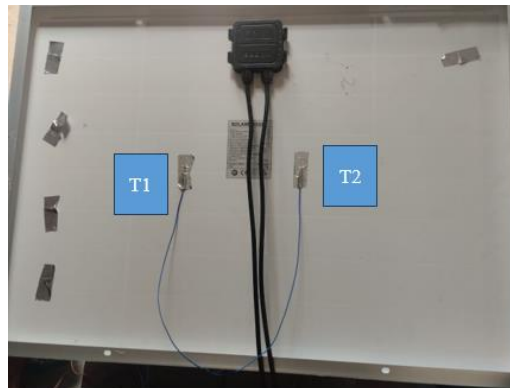
Gambar 3. Pengukuran panel surya, Rabu 18 Februari 2026

Pengujian di hari kedua, Kamis 19 Februari 2026 (Gambar 4) menunjukkan bahwa rentang tegangan (volt) yang terukur sebesar 18 sampai 20 volt. Sementara untuk suhu bagian bawah panel surya sebesar 28 hingga 51°C.



Gambar 4. Pengukuran panel surya, Kamis 19 Februari 2026

Pengukuran suhu panel surya diletakkan pada bagian bawah panel surya (Gambar 5). Hal ini dilakukan untuk menghindari terhalangan radiasi masuk ke panel surya apabila diletakkan pada bagian depan panel surya. Secara umum kenaikan suhu sangat bergantung dengan radiasi yang masuk, apabila matahari semakin terik maka kenaikan suhu juga semakin cepat.



Gambar 5. Posisi titik pengukuran bagian bawah panel surya

3.2 Sistem Data Logger Mandiri

Sistem data logger yang dirancang pada penelitian ini menggunakan RTC3231, modul SD Card, dan SD Card merek V-Gen berkapasitas 32GB. Kapasitas ini merupakan kapasitas maksimal yang dapat digunakan oleh mikrokontroler dalam hal ini Arduino Nano. Secara pengaturan dalam aplikasi Arduino IDE menggunakan bahasa C++, data *sampling rate* pengukuran diatur per satu detik dan disimpan langsung ke SD Card dengan ekstensi .CSV. Tabel 2 menyajikan contoh data yang tersimpan ke dalam SD Card.

Tabel 2. Contoh hasil data yang terlog ke SD Card

Time	days	date	t1_c	t2_c	bus_v
7:32:50	Wednesday	18.02.2026	28.36	27.67	20.344
7:32:51	Wednesday	18.02.2026	28.21	27.65	20.196
7:32:52	Wednesday	18.02.2026	28.16	27.6	20.196
7:32:53	Wednesday	18.02.2026	28.16	27.6	20.34
7:32:54	Wednesday	18.02.2026	28.16	27.7	20.34
7:32:55	Wednesday	18.02.2026	28.11	27.62	20.34

Ketersediaan SD Card V-Gen dengan kapasitas 32GB, di mana salah satu contoh penyimpanan data menggunakan kapasitas 1,581 selama 6 jam (Tabel 3). Dalam hal ini data yang tersimpan sangat kecil, sehingga memungkinkan dapat menyimpan data dengan jumlah yang banyak.

Tabel 3. Pemakaian SD Card

Kapasitas SD Card	Pemakaian SD Card
32 GB	1,581KB

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang bangun sistem monitoring panel surya. Dalam penelitian ini parameter yang dapat diukur adalah suhu dan tegangan dengan rentang 18 sampai 20 Volt. Sistem data logger dalam penelitian ini juga dapat menyimpan data per detik dan secara konsumsi data sangat kecil. Sehingga SD Card 32GB dalam digunakan dalam waktu yang lama.

5. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan agar sensor INA219 tidak hanya dapat membaca tegangan (volt), akan tetapi juga dapat membaca arus (*ampere*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara yang telah memberikan fasilitas dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. S. Singh, M. I. B. Nurdin, and W. Y. Chiew, "Raspberry Pi Zero Wireless Monitoring System for Analyzing Solar Photovoltaic Panel," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 8, no. 8, pp. 2429-2433, 2019.
 - [2] A. B. Pulungan, L. Son, S. Syafii, S. Huda, and U. Ubaidillah, "Design and implementation data logger with integrated circuit multiplexer for solar panel park," *TEM Journal*, vol. 11, no. 1, p. 427, 2022.
 - [3] A. A. A. Wahyu, Cindy Nur, A. A. H. Lateko, A. Adriani, R. Ridwang, and A. Nasri, "Desain data logger untuk output panel surya menggunakan MySQL database," *VERTEX ELEKTRO*, vol. 16, no. 1, pp. 10-23, 2024.
 - [4] M. Fairuz, R. S. S. Singh, and M. I. Nurdin, "Methodological hardware design and development of health monitoring," in *Proceeding of MechAnical Engineering Research Day*, 2019, pp. 205-206.
 - [5] V. Gupta, M. Sharma, R. K. Pachauri, and K. N. D. Babu, "A Low-Cost Real-Time IOT Enabled Data Acquisition System for Monitoring of PV System," *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 43, no. 20, pp. 2529-2543, 2021/10/18 2021, doi: 10.1080/15567036.2020.1844351.
 - [6] M. Hafiz Rahim, S. Amely Jumaat, M. N. Ismail, M. Md Som, M. Helmy Abd Wahab, and S. Zulkarnain Syed Idrus, "Development and Analysis the Performance of E-Wakaf Solar System FKEE Monitoring using IoT Approach," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 917, no. 1, p. 012056, 2020/09/01 2020, doi: 10.1088/1757-899X/917/1/012056.
 - [7] S. A. Jumaat and M. H. Othman, "Solar energy measurement using arduino," in *MATEC web of conferences*, 2018, vol. 150: EDP Sciences, p. 01007.
 - [8] A. Onawumi, N. Akinrinade, M. Olojede, and A. Ajayeoba, "Development of a Solar Power Generating System with Auto-Tracking and Data Logging Devices," *J. Eng. Res. Rep*, vol. 23, no. 12, pp. 212-222, 2022.
 - [9] H. Panjaitan, "Implementasi Data Logger Secara Real Time untuk Memonitoring Photovoltaic Stand-Alone Berbasis Android," Satjana, Teknik Elektro, Universitas Medan Area, Medan, 2022.
-