

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1</sup>, Akhmad Solikin<sup>2</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3</sup>)  
IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

---

**IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
SURYA DI TAMBAK UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN KABUPATEN SIDOARJO  
JAWA TIMUR**

**Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1</sup>, Akhmad Solikin<sup>2</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3</sup>).**

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

<sup>1,2</sup>Jl. Dukuh Menanggal XII, Dukuh Menanggal, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60234

<sup>1</sup>email: [aktualalim@gmail.com](mailto:aktualalim@gmail.com)

<sup>2</sup>email: [solikinakhmad@unipasby.ac.id](mailto:solikinakhmad@unipasby.ac.id)

<sup>3</sup>email: [wildansurya@unipasby.ac.id](mailto:wildansurya@unipasby.ac.id)

**ABSTRACT**

Solar Power Plants (PLTS) are an environmentally friendly and highly promising source of renewable energy for tropical regions like Indonesia. This system provides an ideal solution to support electrification in areas difficult to reach by the power grid, such as the shrimp pond in Banjarasri, Sidoarjo, which utilizes PLTS to meet its energy needs for nighttime lighting. However, a primary challenge is the limited real-time performance monitoring system. The failure to detect drops in panel efficiency, solar charge controller damage, or battery overload can result in significant energy loss and high maintenance costs. This study addresses this issue by implementing a PLTS monitoring system using an SD Card-based data logger as an affordable and independent solution that does not rely on internet connectivity. The system was tested to record key parameters such as battery voltage, charging current, load current, and load voltage. Measurement results showed very small deviations between SD Card readings, Serial Monitor, and manual measuring instruments, ranging from  $\pm 0.01$  to  $\pm 0.3$ , demonstrating the system's accuracy and consistency. With the support of an RTC module, data timestamping also runs synchronously and stably. In conclusion, integrating PLTS with this SD Card-based monitoring system proves effective in supporting efficient and sustainable shrimp pond operations.

**Keywords:** Solar Power Plant, Shrimp Pond, Energy Monitoring, Data Logger, Renewable Energy.

**ABSTRAK**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan untuk diterapkan di wilayah tropis seperti Indonesia. Sistem ini menawarkan solusi ideal untuk mendukung elektrifikasi di area yang sulit dijangkau jaringan listrik, seperti tambak udang di Banjarasri, Sidoarjo, yang menggunakannya untuk memenuhi kebutuhan energi, khususnya penerangan di malam hari. Namun, salah satu tantangan utamanya adalah terbatasnya sistem pemantauan kinerja secara real-time. Kegagalan mendeteksi penurunan efisiensi panel, kerusakan pada solar charge controller, atau kelebihan beban baterai dapat menyebabkan kerugian energi dan biaya pemeliharaan yang tinggi. Penelitian ini mengatasi masalah tersebut dengan mengimplementasikan sistem pemantauan PLTS menggunakan data logger berbasis SD Card sebagai solusi terjangkau yang tidak bergantung pada koneksi internet. Sistem ini telah diuji untuk merekam parameter kunci seperti tegangan baterai, arus pengisian, arus beban, dan tegangan beban. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa deviasi antara pembacaan dari SD Card, Serial Monitor, dan alat ukur manual sangat kecil, yaitu berkisar antara  $\pm 0.01$  hingga  $\pm 0.3$ , yang membuktikan akurasi dan konsistensi sistem. Dengan dukungan modul RTC, pencatatan waktu data juga berjalan secara sinkron dan stabil. Sebagai kesimpulan, integrasi PLTS dengan sistem monitoring berbasis SD Card ini terbukti efektif dalam mendukung operasional tambak udang yang efisien dan berkelanjutan.

**Keywords:** Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Tambak Udang, Pemantauan Energi, Perekam Data, Energi Terbarukan.

**PENDAHULUAN**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan alternatif sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, khususnya di wilayah tropis seperti di Indonesia. PLTS menjadi pilihan utama untuk mendukung

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
**IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**  
*Jurnal Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

---

elektrifikasi khususnya di daerah yang sulit terjangkau listrik. Salah satu penerapan PLTS yang menjanjikan adalah di sektor perikanan, khususnya di tambak udang, yang memerlukan sumber energi yang andal untuk menjalankan berbagai fasilitas khususnya penerangan di malam hari. Tambak udang Banjarasri, yang berada di daerah tanggulangin sidoarjo dengan luas area  $\pm 2$  Ha, memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan.[1]

Sistem PLTS ini diharapkan dapat dipilih karena jangkauan listrik PLN yang jauh dari lokasi tambak sehingga untuk meraih lokasi memerlukan biaya yang cukup tinggi daripada menggunakan PLTS. Permasalahan yang sering dijumpai pada sistem dalam pemantauan sistem. Salah satu tantangan utama dalam pengoperasian PLTS adalah pemantauan kinerja sistem secara real-time untuk memastikan bahwa semua komponen (seperti panel surya, beban, baterai, dan solar charger controller) berfungsi dengan baik dan efisien.[2]

Dengan adanya sistem pemantauan yang memadai, masalah seperti penurunan efisiensi panel surya, kerusakan komponen solar charger controller atau kelebihan beban pada baterai dapat terjadi tanpa diketahui, yang dapat menyebabkan kerugian energi dan biaya pemeliharaan yang tinggi. Untuk memastikan keberlanjutan operasional tambak udang, sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dan mencegah kerugian akibat kegagalan sistem PLTS.[3] Oleh karena itu, dibutuhkan suatu solusi pemantauan yang terjangkau, mudah dioperasikan, dan tidak bergantung pada koneksi internet yang mahal atau sulit dijangkau di daerah tambak.

Salah satu solusi yang efektif dan ekonomis adalah dengan menggunakan data logger berbasis SD card, yang dapat digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan data operasional dari sistem PLTS di tambak udang secara lokal. Data logger dengan SD Card menawarkan keuntungan berupa kemampuan untuk menyimpan data secara terus-menerus tanpa membutuhkan akses internet atau perangkat mahal. [4]

Dengan solusi ini, pemilik tambak udang dapat memantau kinerja sistem secara periodik dan menganalisis data secara offline, yang memungkinkan deteksi dini terhadap potensi masalah dan langkah-langkah perbaikan yang cepat. Dengan adanya pemantauan yang tepat dan penggunaan teknologi data logger ini, PLTS di tambak udang Banjarasri dapat beroperasi dengan lebih efisien, mengurangi biaya operasional, dan mendukung kegiatan operasional tambak yang lebih baik.

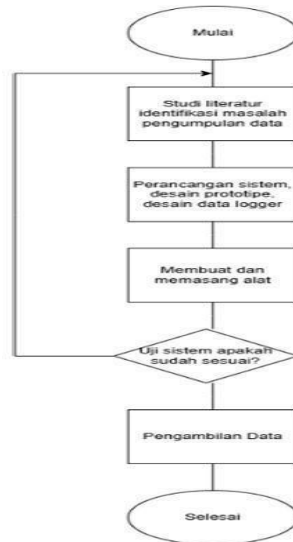
## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem dengan tahapan: studi literatur, perancangan alat monitoring PLTS berbasis SD Card, perakitan komponen, pengujian di lokasi tambak, dan analisis akurasi data hasil pencatatan.

### **A. Rancang Produk**

Agar dapat memudahkan proses pembuatan alat dalam penelitian ini, maka perlu perencanaan yang baik. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dilakukan melalui beberapa tahapan dimulai dari survey lokasi, desain alat, uji coba alat dan juga hasil penelitian. Survey langsung diperlukan untuk mengetahui potensi air menjadi sumber energi listrik, saluran air yang digunakan serta daerah penempatan alat.

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
**IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

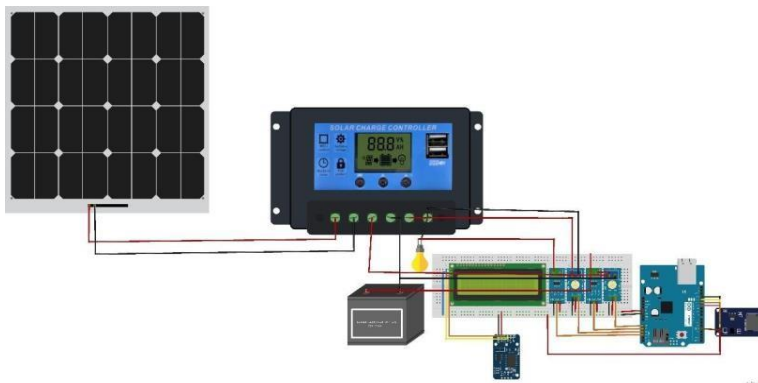


Gambar 1. FLOW CHART PENELITIAN

Merupakan tahapan atau alur dari metodologi rancangan penelitian yang akan diterapkan dalam pembuatan sistem ini. Penjelasan masing-masing tahapan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur: Melakukan pendalaman teori dan konsep terkait pembangkit listrik tenaga surya dan penggunaan data logger dengan SD card. Studi literatur ini dilakukan dengan membaca buku, jurnal, maupun referensi yang relevan.
2. Perancangan Sistem: Proses merancang atau mendesain sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terintegrasi dengan data logger berbasis SD card. Desain dilakukan berdasarkan data yang sudah dikumpulkan.
3. Pembuatan Alat: Proses penyusunan komponen-komponen yang sudah ditentukan menjadi satu sistem lengkap. Tahapan ini mencakup pengembangan hardware dan software yang diperlukan.
4. Pengujian Alat: Analisis dan uji coba alat untuk memastikan bahwa sistem pembangkit listrik tenaga surya dan data logger berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan yang mungkin terjadi.
5. Pengambilan Data: Proses pengumpulan data terkait performa pembangkit listrik tenaga surya di tambak udang Banjarasri. Data yang dikumpulkan mencakup output listrik, efisiensi, dan kinerja sistem secara keseluruhan.

## B. Perencanaan Sistem



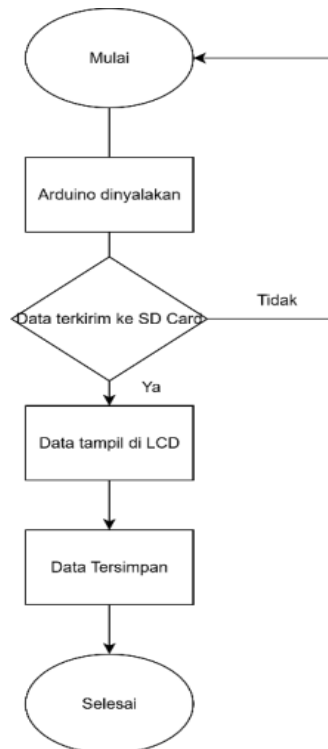
Gambar 2. WIRING ALAT

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
**IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

Gambar 2 menunjukkan Diagram Blok Perencanaan Sistem, yang menggambarkan alur kerja secara umum dari sistem pembangkit listrik. Perencanaan Sistem, yang lebih rinci menunjukkan bagaimana koneksi fisik antar komponen dilakukan untuk mendukung proses tersebut. Penjelasan masing-masing tahapan dalam sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Panel Surya Polycrystalline menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik.
2. Arduino Uno mengontrol keseluruhan sistem dan mengelola data yang dikumpulkan oleh sensor.
3. Data Logger menyimpan data dari sensor ke dalam SD Card.
4. Sensor Tegangan DC mengukur tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dan sistem.[5]
5. Sensor Arus mengukur arus yang mengalir dalam sistem.
6. LCD (Liquid Crystal Display) menampilkan informasi penting seperti tegangan, arus, dan status sistem.
7. Baterai VRLA menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya.
8. Module SD Card digunakan untuk menyimpan data pengukuran dari sensor.
9. RTC DS3231 menyediakan waktu yang akurat untuk merekam timestamp data.[6]
10. Charger Controller mengatur pengisian dan pengeluaran arus dari baterai.
11. Lampu DC sebagai beban yang menggunakan energi listrik dari sistem.

### C. Cara Kerja Alat



Gambar 3. DIAGRAM ALUR KERJA ALAT

Perencanaan Sistem, yang lebih rinci menunjukkan bagaimana koneksi fisik antar komponen dilakukan untuk mendukung proses tersebut. Penjelasan masing-masing tahapan dalam sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
**IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

Adapun cara kerja dari pembangkit listrik tenaga surya dapat dilihat pada gambar 16. Berdasarkan diagram tersebut menjelaskan bahwa langkah-langkah tahapan dalam sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menyalakan Arduino uno yang merupakan mikrokontroller yang berfungsi sebagai perangkat keras utama.[7]
2. Mengakses Modul SD Card untuk memastikan penyimpanan data yang terhubung dengan sistem.
3. Mengatur Sensor Tegangan DC dan Sensor Arus pada sistem untuk mulai mengambil data pengukuran.
4. Arduino Nano Memproses Data dari sensor tegangan dan arus dan menyimpannya ke dalam data logger yang terhubung dengan SD Card.
5. Menampilkan Data pada LCD (Liquid Crystal Display) untuk memantau secara langsung hasil pengukuran tegangan dan arus.
6. Data akan tersimpan di SD Card.

#### D. Variable Bebas

Variabel bebas adalah variable yang menyebabkan atau mempengaruhi, yaitu faktor- faktor yang diukur, dimanipulasi atau antara dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diobservasi atau diamati. Di penelitian ini variable bebas lain:

1. Energi Panel Surya
2. Realtime Data logger
3. Variabel Terkait

Variabel terkait adalah faktor-faktor yang diobservasi dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh variable bebas, yaitu faktor yang muncul, atau tidak muncul, atau berubah sesuai sengan yang diperkenalkan oleh peneliti. Di penelitian ini variabel terkait antara lain:

1. Tegangan dan Arus listrik
2. Kemampuan sistem untuk beroperasi tanpa gangguan atau kesalahan selama periode tertentu. Diukur dalam waktu operasional yang tidak terganggu (uptime) dan jumlah insiden kegagalan sistem

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti akan membahas hasil dari data rancang bangun tas pendaki gunung dengan fitur sumber energi listrik tenaga surya yang dibuat oleh peneliti, terdapat sub yang akan dibahas oleh peneliti yaitu: Hasil dan evaluasi produk, penyajian, data, dan pembahasan

#### A. Analisa Perbandingan Waktu SD Card dan Serial Monitor pada Arduino

Dalam proses pengambilan data menggunakan mikrokontroler Arduino, sinkronisasi waktu antara dua metode pencatatan, yaitu melalui penyimpanan ke SD Card dan penampilan di Serial Monitor, menjadi aspek penting yang perlu dianalisis. Ketepatan pencatatan waktu sangat krusial untuk menjamin integritas data dan keandalan sistem dalam aplikasi monitoring. Oleh karena itu, pada percobaan ini dilakukan analisis perbandingan waktu pencatatan dari kedua sistem tersebut selama beberapa hari berturut-turut. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat selisih atau delay antara waktu yang direkam oleh sistem pencatatan SD Card dengan yang ditampilkan pada Serial Monitor. Selisih ini dapat memberikan gambaran tentang latensi sistem atau keterlambatan dalam proses penyimpanan atau tampilan data yang mungkin berdampak pada evaluasi sistem secara keseluruhan. Berikut adalah data hasil perbandingan waktu pencatatan antara SD Card dan Serial Monitor yang dihitung dalam satuan detik[8].

Tabel 1. PENGUJIAN WAKTU SD CARD VS SERIAL MONITOR

No	SD Card	Jam	Menit	Detik	Serial Monitor	Jam	Menit	Detik	Selisih (detik)
1	18/06/2025 14:22	14	22	21	18/06/2025 14:22	14	22	3	18
2	18/06/2025 14:22	14	22	22	18/06/2025 14:22	14	22	4	18

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

3	19/06/2025 14:22	14	22	23	19/06/2025 14:22	14	22	6	17
4	19/06/2025 14:22	14	22	25	19/06/2025 14:22	14	22	7	18
5	20/06/2025 14:22	14	22	26	20/06/2025 14:22	14	22	8	18
6	21/06/2025 14:22	14	22	28	21/06/2025 14:22	14	22	10	18
7	21/06/2025 14:22	14	22	29	21/06/2025 14:22	14	22	11	18

Dari tabel di atas terlihat bahwa terdapat perbedaan waktu atau selisih yang cukup konsisten antara pencatatan waktu oleh SD Card dan waktu yang ditampilkan pada Serial Monitor. Selisih waktu yang tercatat berkisar antara 17 hingga 18 detik. Fakta ini menunjukkan bahwa ada keterlambatan atau delay dalam proses perekaman data yang dilakukan oleh kedua sistem, yang kemungkinan besar terjadi akibat urutan instruksi dalam program Arduino atau proses penulisan data yang memerlukan waktu eksekusi lebih lama. Selisih waktu yang cukup stabil ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat latensi, sistem bekerja secara konsisten.[9] Selisih yang hampir selalu sama menunjukkan bahwa proses pengambilan dan pencatatan data berjalan dengan pola yang berulang dan tidak acak.

Hal ini dapat disebabkan oleh urutan pengeksekusian perintah dalam kode program Arduino, di mana bisa jadi data ditampilkan ke Serial Monitor terlebih dahulu sebelum kemudian disimpan ke SD Card, atau sebaliknya. Konsistensi ini dapat dimanfaatkan untuk melakukan kalibrasi jika dibutuhkan akurasi waktu yang lebih tinggi. Delay sebesar 17 hingga 18 detik juga bisa berkaitan dengan mekanisme buffering internal pada sistem input/output Arduino. Fungsi seperti Serial.print() dan SD.write() memiliki waktu tunda tersendiri dalam menampilkan atau menyimpan data. Selain itu, SD Card yang digunakan mungkin memiliki kecepatan tulis yang terbatas, terutama jika menggunakan format FAT dan dilakukan penulisan data dalam format teks secara terus-menerus tanpa manajemen buffer yang efisien. Proses inilah yang berpotensi menyebabkan waktu pencatatan menjadi tertinggal beberapa detik. Untuk aplikasi- aplikasi yang menuntut presisi tinggi, seperti sistem monitoring real-time pada instalasi tenaga listrik atau pemantauan kondisi lingkungan kritis, selisih waktu sebesar ini dapat menjadi kendala serius.

Oleh karena itu, sinkronisasi waktu yang lebih akurat sangat disarankan. Salah satu solusi yang umum digunakan adalah dengan menambahkan modul RTC (Real-Time Clock) eksternal seperti DS3231, yang mampu mencatat waktu secara presisi dan bebas dari pengaruh delay I/O dari sistem Arduino. Sebagai kesimpulan, meskipun sistem menunjukkan adanya delay waktu pencatatan, performanya tetap cukup andal untuk aplikasi yang tidak memerlukan waktu real-time presisi. Namun, untuk keperluan pengembangan sistem yang lebih presisi, langkah-langkah perbaikan seperti optimalisasi urutan program, penggunaan timestamp dari RTC, serta perbaikan performa media penyimpanan perlu dipertimbangkan agar akurasi pencatatan data dapat ditingkatkan.

## B. Analisa Perbandingan Suhu SD Card dan Serial Monitor pada Arduino

Dalam sistem monitoring berbasis mikrokontroler seperti Arduino, keakuratan dan konsistensi data yang diperoleh dari sensor sangat penting, terutama ketika data tersebut digunakan untuk pengambilan keputusan atau evaluasi performa sistem. Salah satu parameter yang umum dipantau adalah suhu, yang sering diukur menggunakan sensor yang terintegrasi dengan modul Real-Time Clock (RTC). Untuk memastikan keandalan sistem pencatatan data, dilakukan perbandingan antara nilai suhu yang disimpan dalam SD Card, yang ditampilkan melalui Serial Monitor, dan yang diukur secara langsung menggunakan alat ukur eksternal sebagai acuan. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengevaluasi apakah terdapat selisih atau deviasi antara hasil pengukuran dari berbagai sumber tersebut. Selisih ini penting untuk dianalisis karena dapat menunjukkan adanya delay pembacaan, kesalahan kalibrasi sensor, atau perbedaan resolusi dari sistem pembacaan yang digunakan. Pengujian ini juga dapat menunjukkan sejauh mana sensor mampu memberikan hasil yang stabil ketika datanya dicatat melalui dua jalur berbeda: penyimpanan dan pemantauan. Berikut adalah hasil perbandingan suhu yang diperoleh:

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
**IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

Tabel 2. PERBANDINGAN SUHU SD CARD VS SERIAL MONITOR VS ALAT UKUR

Pengukuran Suhu Sensor RTC		
Sumber	Nilai	Selisih Terbesar
SD Card	30.25	$\pm 0.25$
Serial Monitor	30.25	$\pm 0.25$
Alat Ukur	30.00	$\pm 0$

Hasil tabel menunjukkan bahwa nilai suhu yang direkam oleh SD Card dan ditampilkan melalui Serial Monitor adalah identik, yaitu  $30.25^{\circ}\text{C}$ , dengan selisih atau deviasi maksimum sebesar  $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ . Hal ini menunjukkan bahwa sistem pembacaan data dari sensor RTC ke dua jalur output tersebut bekerja secara sinkron dan konsisten. Perbedaan kecil yang tercatat masih dalam batas toleransi yang wajar untuk pengukuran suhu digital, yang biasanya memiliki resolusi  $0.25^{\circ}\text{C}$  hingga  $0.5^{\circ}\text{C}$  tergantung jenis sensornya. Sementara itu, alat ukur eksternal mencatat suhu sebesar  $30.00^{\circ}\text{C}$  tanpa deviasi ( $\pm 0.00^{\circ}\text{C}$ ). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan kecil sebesar  $0.25^{\circ}\text{C}$  antara hasil pengukuran sensor RTC dengan alat ukur referensi. Meskipun perbedaan ini terbilang kecil, hal ini tetap perlu diperhatikan karena bisa menandakan bahwa sensor RTC memiliki bias tetap (offset) dalam pembacaan suhunya.[10] Bias seperti ini umumnya dapat dikalibrasi ulang melalui perangkat lunak atau disesuaikan pada perhitungan akhir dalam sistem monitoring.

Selisih  $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$  antara sensor RTC dengan alat ukur dapat dianggap masih dalam kategori normal, terutama jika sensor yang digunakan adalah sensor suhu digital dengan toleransi pabrik yang berkisar  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . Namun demikian, untuk aplikasi yang memerlukan presisi tinggi seperti sistem pendingin presisi atau pemantauan suhu ruangan ber-AC khusus, koreksi nilai pembacaan mungkin diperlukan. Selain itu, perbedaan antara alat ukur dan pembacaan mikrokontroler bisa juga disebabkan oleh posisi sensor atau perbedaan waktu pengambilan data yang tidak benar-benar bersamaan. Secara keseluruhan, sistem pencatatan suhu dari sensor RTC ke SD Card dan Serial Monitor dinilai cukup andal, karena mampu memberikan hasil yang identik. Perbedaan kecil dengan alat ukur referensi tetap perlu menjadi catatan dalam pengembangan sistem ke depan. Dengan memperhatikan toleransi sensor dan mempertimbangkan kalibrasi tambahan, sistem monitoring ini dapat digunakan untuk aplikasi praktis yang tidak menuntut akurasi tinggi namun membutuhkan konsistensi pembacaan.

### C. Analisa Perbandingan Tegangan Baterai SD Card dan Serial Monitor pada Arduino

Dalam sistem monitoring daya berbasis mikrokontroler seperti Arduino, akurasi pengukuran tegangan baterai menjadi faktor penting yang memengaruhi efektivitas pengambilan keputusan, khususnya dalam pengelolaan sumber energi terbarukan atau sistem catu daya cadangan. Kesalahan dalam pembacaan tegangan dapat menyebabkan sistem gagal mengenali kondisi baterai secara tepat, sehingga berisiko terhadap kerusakan perangkat atau tidak optimalnya sistem kerja. Oleh karena itu, dilakukan analisis terhadap hasil pengukuran tegangan baterai dari tiga sumber berbeda, yaitu data yang direkam di SD Card, tampilan pada Serial Monitor Arduino, dan pengukuran langsung menggunakan alat ukur eksternal sebagai referensi. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan (deviasi) nilai pengukuran di antara ketiga metode tersebut, serta mengevaluasi keandalan sistem pencatatan data digital pada Arduino. Hasil pengukuran dari SD Card dan Serial Monitor dapat berbeda karena berbagai faktor seperti waktu pengambilan data, konversi ADC (Analog to Digital Converter) Arduino, noise pada sinyal, hingga proses scaling dan kalibrasi dalam program. Dengan membandingkan terhadap alat ukur manual yang memiliki presisi lebih tinggi, dapat diperoleh gambaran akurasi sistem secara keseluruhan. Berikut adalah data perbandingan pengukuran tegangan baterai

Tabel 3. PERBANDINGAN TEGANGAN BATERAI SD CARD VS SERIAL MONITOR VS ALAT UKUR

Pengukuran Tegangan Baterai		
Sumber	Nilai	Selisih Terbesar
SD Card	14.97	-0.31

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1</sup>, Akhmad Solikin<sup>2</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3</sup>)  
 IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
 TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
 KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR  
 Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

Serial Monitor	15.28	+1.03
Alat Ukur	14.25	±0

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai tegangan baterai dari SD Card adalah 14.97 V, sedangkan nilai dari Serial Monitor adalah 15.28 V. Sementara itu, nilai referensi dari alat ukur eksternal adalah 14.25 V. Terjadi perbedaan yang cukup signifikan antara hasil pengukuran Serial Monitor dengan alat ukur, yaitu sebesar +1.03 V, yang menunjukkan bahwa Serial Monitor mencatat tegangan lebih tinggi dari nilai sebenarnya. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya kesalahan pembacaan atau pengolahan data sebelum ditampilkan ke output serial. Nilai dari SD Card, meskipun masih memiliki selisih sebesar -0.31 V terhadap alat ukur, jauh lebih mendekati nilai referensi dibandingkan Serial Monitor.

Perbedaan ini dapat disebabkan oleh metode pemrosesan data di dalam program Arduino yang mungkin melakukan pembulatan, penyesuaian faktor pembagi (scaling), atau filtering data sebelum dicetak di Serial Monitor. Selain itu, faktor delay waktu pembacaan atau interferensi juga bisa menyebabkan nilai yang tampil di Serial Monitor berbeda dengan yang direkam. Perbedaan pengukuran ini penting untuk diperhatikan karena dalam sistem monitoring baterai, pembacaan tegangan yang terlalu tinggi bisa menyebabkan sistem menganggap baterai masih dalam kondisi penuh padahal sebenarnya sudah menurun. Sebaliknya, pembacaan terlalu rendah bisa membuat sistem melakukan pemutusan beban secara prematur. Oleh karena itu, nilai dari Serial Monitor yang melebihi nilai alat ukur hingga lebih dari 1 volt dapat menimbulkan kesalahan interpretasi status baterai jika tidak dilakukan kalibrasi. Sebagai langkah perbaikan, perlu dilakukan kalibrasi ulang terhadap pembacaan tegangan di dalam program Arduino, terutama pada bagian perhitungan tegangan dari pembacaan ADC.

#### D. Analisa Perbandingan Arus Baterai SD Card dan Serial Monitor pada Arduino

Dalam sistem pemantauan kondisi baterai berbasis mikrokontroler seperti Arduino, pengukuran arus pengisian merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan efisiensi proses pengisian, menganalisis performa panel surya atau catu daya, serta mencegah overcharge. Kesalahan dalam pencatatan arus pengisian dapat menyebabkan kerusakan baterai dalam jangka panjang atau pengambilan keputusan yang tidak akurat. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbandingan data arus pengisian dari beberapa sumber, yaitu nilai yang dicatat oleh SD Card, ditampilkan melalui Serial Monitor, dan yang diukur langsung oleh alat ukur eksternal sebagai referensi yang lebih presisi. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mengevaluasi konsistensi hasil pengukuran arus antara berbagai jalur output sistem Arduino.

Selisih antara nilai-nilai tersebut dapat memberikan informasi penting terkait akurasi sistem pengukuran, stabilitas sensor arus, serta efektivitas pemrograman dalam menangani data input dari sensor. Terlebih, perbedaan kecil sekalipun pada pengukuran arus dapat berdampak besar dalam aplikasi daya rendah atau sistem monitoring berkapasitas kecil. Berikut ini disajikan tabel hasil perbandingan pengukuran arus pengisian baterai dari tiga sumber berbeda.

Tabel 4. PERBANDINGAN ARUS PENGISIAN BATERAI SD CARD VS SERIAL MONITOR VS ALAT UKUR

Pengukuran Arus Pengisian Baterai		
Sumber	Nilai	Selisih Terbesar
SD Card	0.18	+0.01
Serial Monitor	0.17	±0
Alat Ukur	0.17	±0

Dari hasil tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai arus pengisian yang ditampilkan oleh Serial Monitor dan yang diukur oleh alat ukur adalah sama, yaitu 0.17 A. Sedangkan nilai yang dicatat dalam SD Card sedikit lebih tinggi, yakni 0.18 A. Selisih antara SD Card dan alat ukur tercatat sebesar +0.01 A. Perbedaan ini tergolong sangat kecil dan masih berada dalam batas toleransi yang umum terjadi dalam sistem berbasis sensor arus analog atau digital.

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
**IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

Perbedaan sebesar 0.01 A ini kemungkinan besar disebabkan oleh resolusi pembacaan ADC (Analog to Digital Converter) pada Arduino, atau bisa juga berasal dari timing pengambilan data yang tidak persis bersamaan. Pembacaan arus yang ditulis ke SD Card mungkin menggunakan data mentah sebelum dilakukan proses pembulatan atau penyaringan, sementara data yang dikirim ke Serial Monitor bisa jadi sudah melalui proses formatting atau pembulatan yang lebih konservatif. Kesamaan antara nilai dari alat ukur dan Serial Monitor menunjukkan bahwa sistem tampilan real-time bekerja dengan cukup baik dan konsisten. Hal ini penting terutama jika data dari Serial Monitor digunakan sebagai acuan pemantauan langsung oleh pengguna atau sistem otomatis.

Di sisi lain, selisih kecil yang tercatat oleh SD Card menunjukkan bahwa proses pencatatan data cenderung mencatat nilai mentah dengan tingkat sensitivitas yang sedikit lebih tinggi. Perlu dicatat bahwa meskipun selisihnya kecil, keberadaan perbedaan tersebut tetap perlu diperhatikan dalam sistem monitoring jangka panjang, terutama jika data digunakan untuk perhitungan efisiensi atau manajemen energi secara detail. Oleh karena itu, konsistensi antara jalur pencatatan data dan tampilan perlu dipastikan agar tidak terjadi bias dalam interpretasi data, terutama saat sistem digunakan untuk pengambilan keputusan otomatis. Secara keseluruhan, hasil pengukuran arus pengisian baterai menunjukkan bahwa sistem pencatatan melalui SD Card dan tampilan Serial Monitor keduanya cukup akurat dan konsisten dengan hasil alat ukur. Perbedaan sebesar 0.01 A dapat diabaikan untuk sebagian besar aplikasi praktis, namun tetap menjadi indikator penting bahwa sistem bekerja dengan sensitivitas tinggi.

#### **E. Analisa Perbandingan Tegangan Beban SD Card dan Serial Monitor pada Arduino**

Dalam sistem monitoring kelistrikan berbasis Arduino, parameter tegangan beban merupakan salah satu data penting yang harus dicatat secara akurat. Tegangan beban mencerminkan kondisi tegangan yang diterima oleh beban dari sumber daya, dan merupakan indikator utama dalam memantau kestabilan sistem serta performa suplai daya. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui sejauh mana hasil pembacaan dari sistem pencatatan, seperti SD Card dan Serial Monitor, memiliki ketelitian yang sesuai dengan kenyataan, yang dalam hal ini diwakili oleh alat ukur eksternal sebagai acuan.

Perbandingan ini bertujuan untuk mengevaluasi ketepatan dan konsistensi pembacaan tegangan beban dari dua jalur output sistem Arduino, yaitu data yang disimpan dalam SD Card dan data yang ditampilkan melalui Serial Monitor. Selain itu, data dibandingkan dengan alat ukur manual untuk mengetahui seberapa jauh hasil pencatatan mendekati nilai sebenarnya. Penyimpangan nilai yang terjadi bisa disebabkan oleh faktor-faktor seperti kesalahan kalibrasi, resolusi ADC Arduino, noise pada rangkaian, atau perbedaan waktu pengambilan data. Berikut adalah hasil perbandingan pengukuran tegangan beban dari tiga sumber berbeda:

Tabel 5. Perbandingan Tegangan Beban SD card vs Serial Monitor Vs alat ukur

Pengukuran Tegangan Beban		
Sumber	Nilai	Selisih Terbesar
SD Card	14.97	-0.29
Serial Monitor	15.26	+0.26
Alat Ukur	15.00	±0

Hasil tabel menunjukkan bahwa nilai tegangan beban dari SD Card adalah 14.97 V, sedangkan pada Serial Monitor tercatat sebesar 15.26 V. Nilai dari alat ukur sebagai acuan adalah 15.00 V. Dengan demikian, data dari SD Card memiliki selisih negatif sebesar -0.29 V terhadap alat ukur, sedangkan data dari Serial Monitor menunjukkan selisih positif sebesar +0.26 V. Kedua nilai tersebut berada di luar toleransi nol dari alat ukur, namun masih dalam deviasi kecil yang dapat ditoleransi untuk sebagian besar aplikasi monitoring non-kritis. Selisih negatif pada data SD Card bisa mengindikasikan adanya pengurangan atau bias dalam proses perekaman data ke memori.

Hal ini bisa terjadi karena data yang ditulis berasal dari pembacaan ADC yang belum dikalibrasi sempurna atau adanya konversi nilai digital yang terlalu konservatif. Di sisi lain, nilai lebih tinggi dari Serial Monitor menunjukkan kemungkinan pembulatan ke atas atau interpretasi data yang tidak difilter secara optimal

---

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

---

sebelum ditampilkan ke antarmuka pengguna. Perbedaan antara data SD Card dan Serial Monitor terhadap alat ukur juga menunjukkan adanya inkonsistensi kecil dalam sistem pembacaan tegangan. Hal ini dapat terjadi akibat perbedaan waktu pengambilan data, di mana kondisi beban sedikit berubah saat pembacaan dilakukan.

Selain itu, noise atau interferensi pada jalur sinyal analog Arduino juga bisa mempengaruhi hasil pembacaan. Meskipun demikian, selisih dalam rentang  $\pm 0.3$  V masih dapat dianggap wajar untuk sistem monitoring berbasis sensor tegangan sederhana. Mengingat pentingnya akurasi tegangan beban dalam menjaga keandalan sistem distribusi daya, hasil ini memberikan gambaran bahwa sistem monitoring perlu dikalibrasi lebih lanjut, terutama pada bagian pembacaan ADC dan pemetaan nilai tegangan.

Koreksi linear atau penggunaan sensor tegangan eksternal dengan akurasi lebih tinggi bisa menjadi solusi untuk mengurangi perbedaan terhadap alat ukur referensi. Di samping itu, validasi hasil secara berkala dengan alat ukur manual sangat dianjurkan untuk memastikan sistem tetap akurat dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, sistem pencatatan tegangan beban yang dilakukan oleh Arduino melalui SD Card dan Serial Monitor menunjukkan performa yang cukup baik, meskipun masih terdapat selisih terhadap alat ukur. Dengan pengoptimalan sistem kalibrasi dan pengolahan data, selisih tersebut dapat diminimalisir sehingga sistem dapat lebih dipercaya untuk aplikasi yang memerlukan presisi lebih tinggi. Validasi hasil dengan referensi eksternal tetap merupakan praktik terbaik dalam pengembangan sistem monitoring berbasis

## SIMPULAN

1. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dengan berhasil mengimplementasikan sistem monitoring PLTS yang terjangkau dan akurat menggunakan data logger berbasis SD Card. Keberhasilan operasional PLTS di tambak udang Banjarasri, yang ditandai dengan pembacaan parameter yang stabil dan efisien, secara langsung didukung oleh keandalan sistem monitoring ini. Akurasi data yang dicatat (dengan deviasi sangat kecil antara  $\pm 0.01$  hingga  $\pm 0.3$ ) membuktikan bahwa solusi ini efektif untuk evaluasi performa harian dan pengambilan keputusan teknis. Dengan demikian, studi ini menjadi model yang layak untuk diterapkan pada lokasi terpencil lainnya yang menghadapi tantangan serupa dalam pemantauan energi
2. Meskipun sistem berbasis SD Card ini terbukti efektif sebagai solusi independen, keterbatasannya terletak pada ketidakmampuannya untuk melakukan pemantauan jarak jauh secara real-time tanpa intervensi fisik. Pengambilan data dari SD Card masih memerlukan akses langsung ke lokasi. Oleh karena itu, sebagai refleksi dan saran untuk pengembangan di masa depan, penelitian ini dapat ditingkatkan dengan mengintegrasikan modul komunikasi nirkabel seperti GSM atau IoT. Hal ini akan memungkinkan data kinerja PLTS dikirimkan secara otomatis ke cloud atau server pusat, sehingga pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh dan respons terhadap gangguan sistem dapat lebih cepat lagi.

## REFERENSI

- [1] M. T. Tamam And M. I. Aditia, "Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Arduino Dengan Media Telegram," *Proceedings Series On Physical & Formal Sciences*, Vol. 6, Pp. 91–97, Oct. 2023, Doi: 10.30595/Pspfs.V6i.857.
- [2] *Future Of Solar Photovoltaic : Deployment, Investment, Technology, Grid Integration And Socio-Economic Aspects*. International Renewable Energy Agency, 2019.
- [3] Y. Apriani, Z. Saleh, W. A. Oktaviani, J. Teknik Elektro, F. Teknik, And U. Muhammadiyah Palembang Jl Jenderal Ahmad Yani, "Automatic Transfer Switch (Ats) Berbasis Sensor Tegangan Beterai Untuk Plts," 2023.
- [4] M. N. Hidayat, A. M. Imammuddin, A. F. Munir, And A. Nugroho, "Application Of Inverter Input Rating Method And Standard Ac Voltage Drop/Over Method On Automatic Transfer Switch For Hybrid Powered E-Bike Charging Station," *International Journal Of Power Electronics And Drive Systems*, Vol. 15, No. 4, Pp. 2480–2492, Dec. 2024, Doi: 10.11591/Ijped.V15.I4.Pp2480-2492.
- [5] M. N. Hidayat, W. S. Wijaya, And R. I. Putri, "Automatic Transfer Switch For Dc System Application," *International Journal Of Power Electronics And Drive Systems*, Vol. 15, No. 1, Pp. 386–394, Mar. 2024, Doi: 10.11591/Ijped.V15.I1.Pp386-394.

Alim Aktual Iman Qowiyah<sup>1)</sup>, Akhmad Solikin<sup>2)</sup>, Wildan Surya Wijaya<sup>3)</sup>  
IMPLEMENTASI DATA LOGGER MENGGUNAKAN SD CARD PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA DI TAMBAH UDANG BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN  
KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR  
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 130-140

---

- [6] R. Adlillah, T. Andriani, M. Aulia, And M. Hidayatullah, “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Otomatis Menggunakan Rtc Ds3231 Berbasis Arduino Uno,” *Journal Altron; Journal Of Electronics, Science & Energy Systems*, Vol. 3, No. 1, Pp. 1–12, Jul. 2024, Doi: 10.51401/Altron.V1i1.3265.
- [7] “Library Sd Arduino .”
- [8] A. B. Rehiara, Y. Rumengan, J. T. Elektro, U. Papua, J. G. Salju, And A. Manokwari, “Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains Dan Teknologi (Senasains 1 St,” 2021.
- [9] A. Herviona Ikhwanudin, J. Oktanuriawan, T. Rekayasa Pangan, T. Pertanian, And P. Negeri Jember, “Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Data Logger Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Sebagai Sarana Praktikum Di Laboratorium Rekayasa Pangan,” *Journal Of Food Industrial Technology*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–8, 2024, Doi: 10.25047/Jofit.V1i1.4613.
- [10] P. By Alldatasheetcom, “Ds3231\_1007 Maxim | Alldatasheet.” [Online]. Available: [Www.Maxim-Ic.Com](http://www.Maxim-Ic.Com).