



JASEE

Journal of Application and Science on Electrical Engineering

<https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/jasee/index>



Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Solar Tracker Dual Axis dan Monitoring Data Logger Berbasis Internet Of Things (IOT)

Nanda Bagus Setiawan¹, Gigih Priyandoko², Mohamad Mukhsin³

^{1,2,3}Teknik Elektro University Widyagama Malang, Indonesia

Corresponding author, email: nandabgstwn8@gmail.com

Abstract

The tool is designed to ensure that solar panels are always positioned perpendicular to the sun using an Arduino Uno as an automatic controller, along with other components such as light sensors (LDR) and DC motors. This microcontroller operates by processing data from the LDR sensors using programming on the Arduino Uno. When the LDR sensor is not aligned with the sun, its resistance value will differ. If this difference occurs, the microcontroller will move the motor to adjust the solar panel until the resistance returns to an equal value. The data logger monitoring aims to track the power capacity of the solar panels. Arduino is capable of generating optimal voltage when the solar panel is perpendicular to the direction of the sun. Based on tests conducted by comparing static solar panels with solar panels equipped with dual-axis trackers, it was found that solar panels with dual-axis trackers have a more optimal solar energy absorption capability. This is evident from the measurement of the electrical voltage generated, where the voltage on solar panels with dual-axis trackers is higher compared to static solar panels or those using single-axis trackers. The data obtained shows an increase in voltage starting at 09:00, with the maximum voltage recorded at 13:00, before eventually declining. The Data Logger can be monitored using the Blynk application, allowing it to be tracked through the Internet of Things (IoT).

Keywords: Solar tracker, Internet of Things, Blynk, Data logger, Renewable energy



p-ISSN : 2721-3625

e-ISSN : 2721-320X

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap pasokan energi listrik saat ini semakin meningkat, sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. Oleh karena itu, diperlukan penemuan alternatif untuk mendukung atau mempertahankan gaya hidup yang bergantung pada energi terbarukan. Penelitian ini mengenai rancang bangun solar tracker menggunakan sensor LDR dan Timer bertujuan untuk memberikan solusi cadangan jika terjadi masalah atau kerusakan pada sensor LDR [1].

<https://doi.org/10.31328/jasee>

Received: 22-08-2024

Revised: 18-09-2024

Accepted: 01-11-2024 , published by ©UWG Press tahun

Monitoring panel surya merupakan suatu sistem yang bertujuan memantau kapasitas daya pada panel surya. Sistem pelacakan panel surya yang menggunakan bantuan pengendali mikrokontroler Arduino mampu menghasilkan tegangan optimal ketika panel surya berada tegak lurus terhadap arah fokus posisi matahari [2].

Namun, kini teknologi telah berkembang sehingga mampu menyimpan data dalam jumlah besar dan melakukan pemantauan secara langsung tanpa kehadiran fisik di lokasi. Oleh karena itu, bisa dibuat suatu perangkat pemantauan intensitas cahaya matahari dengan data logger sebagai penyimpan data dari waktu ke waktu. Hal ini memungkinkan pengetahuan nilai intensitas cahaya matahari menggunakan konsep IoT, di mana data pemantauan dapat diakses dengan mudah melalui situs web [3].

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Pada penelitian yang dilakukan [10] dengan judul Perancangan Sistem Tracking Panel Surya. Membahas perancangan sistem pelacakan panel surya yang menggunakan sensor BH 170 sebagai sensor cahaya dan motor stepper sebagai penggerak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik arus dan tegangan yang dihasilkan serta dampak dari penggunaan sistem pelacakan panel surya.

Pada penelitian yang dilakukan [11] Untuk memantau daya listrik dan radiasi matahari yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik, dirancang sebuah sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem yang dapat mengukur dan menampilkan data daya serta radiasi matahari yang diterima oleh panel surya. Sistem monitoring dikembangkan agar dapat diakses melalui smartphone menggunakan aplikasi Blynk, yang dipilih karena kemudahan dan kenyamanannya. Teknik analisis data dalam penelitian ini melibatkan perbandingan antara hasil dari aplikasi Blynk dan alat ukur.

2.2 Energi Matahari

Matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan energi dalam jumlah sangat besar ke permukaan bumi. Pada hari yang cerah, bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per meter persegi. [13].

2.3 Solar Panel/Panel Surya

Sel surya adalah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses efek fotovoltaik, sehingga sering disebut sel fotovoltaik (Photovoltaic cell atau PV) [14].

2.4 Dual Axis

Sel surya dual axis merupakan jenis sel surya yang memiliki kemampuan untuk bergerak secara dua sumbu, yakni rotasi pada sumbu horizontal dan vertikal. Umumnya, sel surya dipasang pada struktur yang dapat diatur agar mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari. Namun, sel surya dual axis menawarkan fleksibilitas lebih tinggi dengan kemampuannya mengikuti pergerakan matahari tidak hanya secara horizontal, melainkan juga vertikal

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer miniatur yang terintegrasi dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk menjalankan tugas atau operasi tertentu. Mikrokontroler menerima sinyal input, mengolahnnya, dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang telah dimasukkan.

2.6. Accu

Accumulator atau yang sering dikenal sebagai aki merupakan salah satu komponen krusial dalam kendaraan bermotor, termasuk mobil dan motor, yang diperlukan untuk menghidupkan mesin kendaraan dengan cara memasok arus pada dinamo stater. Fungsi utama aki adalah mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik.

2.7 Solar Charge Controller

Pengontrol pengisian daya surya atau Solar Charge Controller (SCC) salah satu fungsinya mencegah pengisian energi baterai yang berlebihan dengan membatasi jumlah dan laju pengisian daya ke baterai.

2.8 Modul Step Down

LM2596 adalah IC monolitik merupakan komponen utama dalam rangkaian step down DC power supply, komponen ini menyediakan semua fungsi aktif untuk regulator switching step-down (buck), beban arus maksimal yang dapat dilewatkan pada komponen ini adalah 3A.

2.9 Sensor Cahaya / Light Dependent Resistor (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR) adalah jenis resistor yang nilai hambatannya berubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya. Hambatan LDR akan meningkat saat cahaya redup dan menurun ketika cahaya terang. LDR sering digunakan sebagai detektor cahaya atau untuk mengukur besaran konversi Cahaya

2.10 Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan sebuah sensor modul yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan DC dengan interface I2C. sensor ini bekerja dengan daya masukan 3-5,5 VDC. Cara kerja sensor ini yaitu mengukur arus didalam rangkaian seri yang masuk melalui block terminal. Kemudian pin pada sensor ini dihubungkan dengan arduino.

2.11 Driver Motor BTS 7960

Driver motor BTS7960 adalah jembatan setengah arus tinggi yang terintegrasi penuh untuk aplikasi penggerak motor.

2.12 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan informasi yang diperlukan.

2.13 Motor DC

Motor DC merupakan salah satu motor listrik yang banyak digunakan dalam industri dan akan tetap diminati oleh dunia usaha/industri karena karakteristik pengaturannya yang baik. Dari setiap spesifikasi motor DC dapat diamati bentuk karakteristik yang diperoleh dengan menjalankan/mensimulasikan model dinamis matematis dari motor DC[16].

2.14 Data Logger

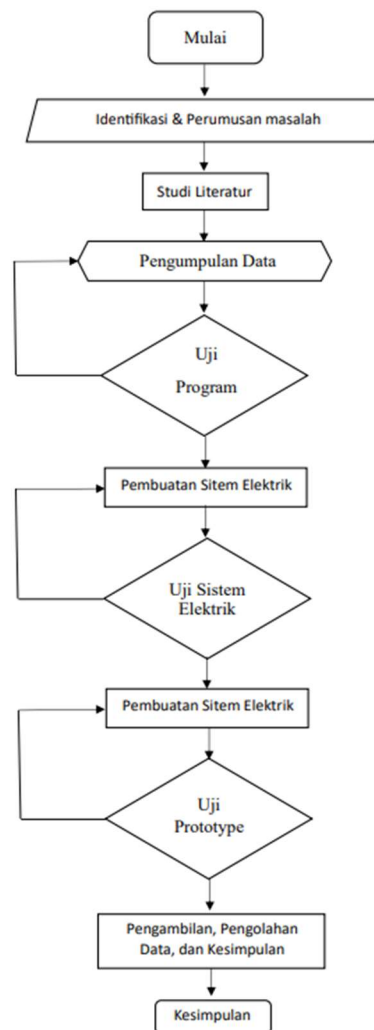
Data Logger yang juga dikenal sebagai perekam data, umumnya terdiri dari mikrokontroler, sensor, dan media penyimpanan. Pada sistem monitoring ini, fitur data logger berfungsi sebagai penyimpanan data yang diambil selama penelitian.

2.15 Node MCU

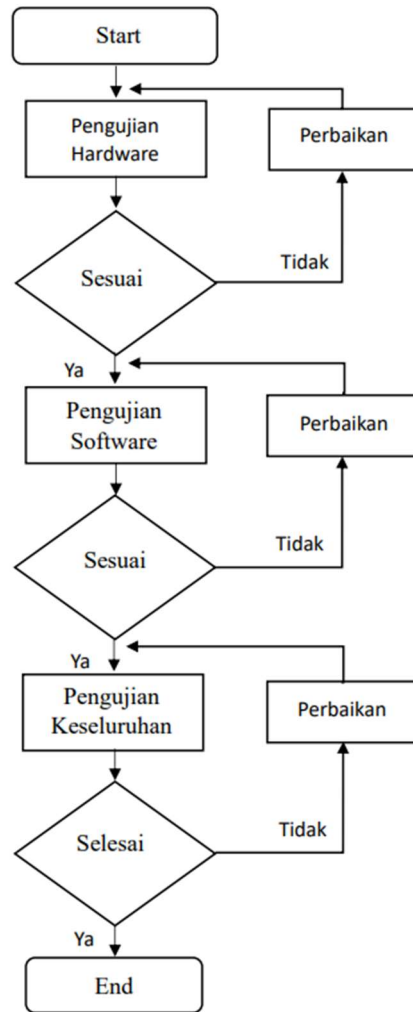
NodeMCU adalah papan pengembangan untuk produk Internet of Things (IoT) yang menggunakan Firmware eLua dan chip ESP8266-12E (SoC). ESP8266 adalah chip WiFi dengan protokol stack TCP/IP yang lengkap. NodeMCU bisa dianggap sebagai versi board Arduino dari ESP8266.

3. METODE

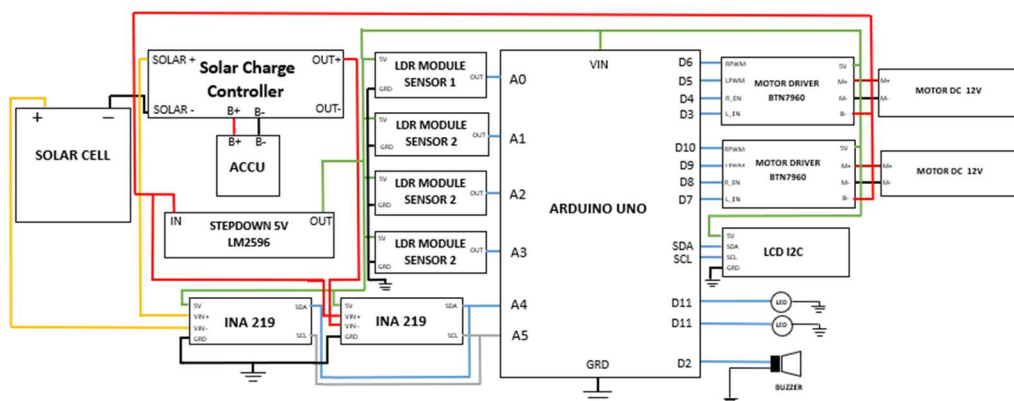
Metode penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap-tahap ini berguna untuk membantu mempermudah alur proses penelitian. Adapun tahap-tahap tersebut sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian



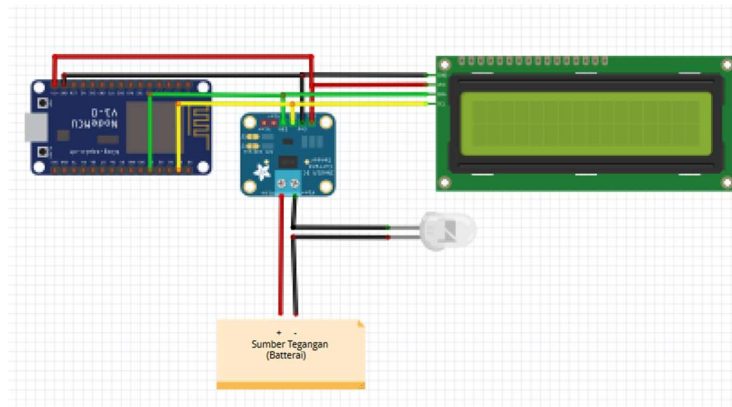
Gambar 3.2 Diagram penelitian



Gambar 3.3 Skematik solar tracker

Rangkaian Terdiri dari :

- Panel surya dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik
- Sensor Cahaya (LDR) Memberikan nilai resistansi cahaya yang didapat ke arduino.
- Sensor INA219 berfungsi untuk membaca nilai arus dan tegangan pada komponen yang menuju ke arduino.
- Arduino digunakan sebagai otak/control terhadap semua komponen yang ada.
- Motor Driver berfungsi untuk memberikan akses ke motor dc agar berjalan sesuai perintah.
- Motor DC di gunakan sebagai penggerak panel agar bisa berotasi sesuai perintah.



Gambar 3.4 Skematik IOT

Rangkaian IOT:

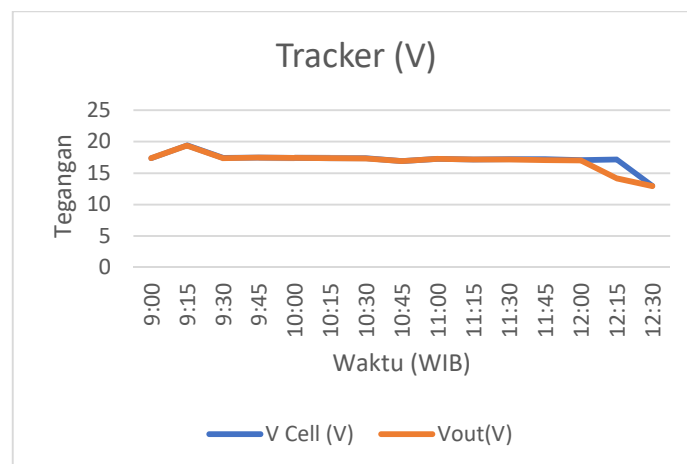
- ESP8266 Sebagai control terhadap program yang dijalankan
- INA219 Berfungsi untuk mengambil data arus dan tegangan
- LCD I2C di gunakan untuk menampilkan data yang di ambil
- Beban sebagai sumber keluar arus dan tegangan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

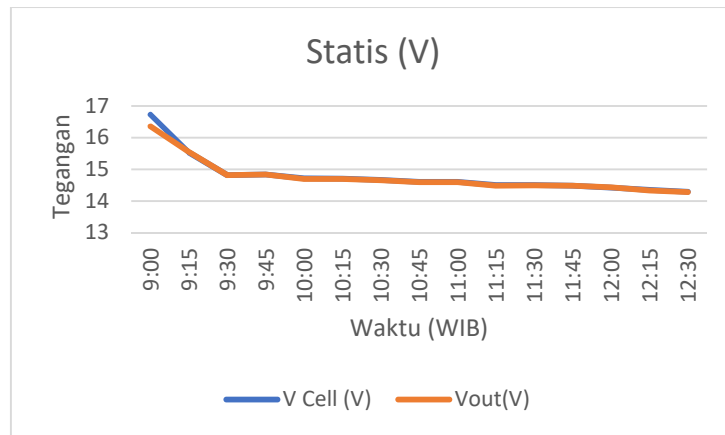
4.1 Pengujian Solar Cell

Tabel 4.1 Tabel Pengujian Tegangan Pada Solar Panel Statis dan Tracker

JAM	TRACKER		STATIS	
	V Cell (V)	Vout(V)	V Cell (V)	Vout(V)
9:00	17.38	17.36	16.73	16.35
09:30	19.38	19.37	15.53	15.54
10:00	17.4	17.38	14.82	14.82
10:30	17.49	17.46	14.84	14.84
11:00	17.44	17.41	14.72	14.7
11:30	17.39	17.36	14.71	14.7
12:00	17.36	17.33	14.66	14.65
12:30	16.92	16.9	14.6	14.59
13:00	17.28	17.25	14.6	14.59
13:30	17.16	17.14	14.5	14.48
14:00	17.2	17.18	14.5	14.49
14:30	17.21	17.08	14.48	14.48
15:00	17.04	17.02	14.42	14.43
15:30	17.18	14.16	14.35	14.33
16:00	12.98	12.96	14.29	14.28



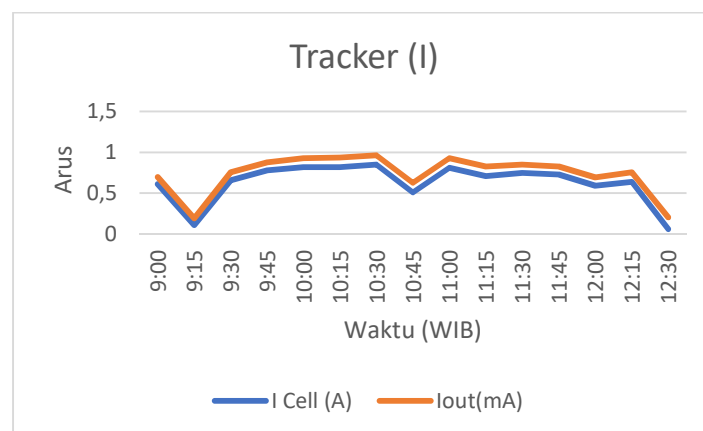
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Tegangan Tracker



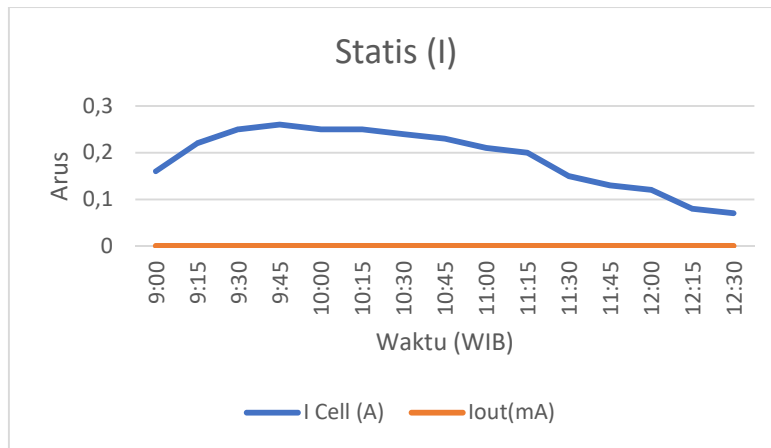
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Tegangan Statis

Tabel 4.4 Tabel Pengujian Arus Pada Solar Panel Statis dan Tracker

JAM	TRACKER		STATIS	
	I Cell (V)	I out(V)	I Cell (V)	I out(V)
9:00	0.61	0.088	0.16	0.0003
9:30	0.11	0.082	0.22	0
10:00	0.66	0.094	0.25	0
10:30	0.78	0.097	0.26	0
11:00	0.82	0.108	0.25	0.0001
11:30	0.82	0.117	0.25	0
12:00	0.85	0.115	0.24	0.0002
12:30	0.51	0.115	0.23	0.0003
13:00	0.81	0.118	0.21	0.0003
13:30	0.71	0.115	0.2	0.0001
14:00	0.75	0.1	0.15	0.0002
14:30	0.73	0.0969	0.13	0
15:00	0.59	0.103	0.12	0
15:30	0.64	0.115	0.08	0.0003
16:00	0.06	0.1453	0.07	0



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Arus Tracker



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Arus Statis

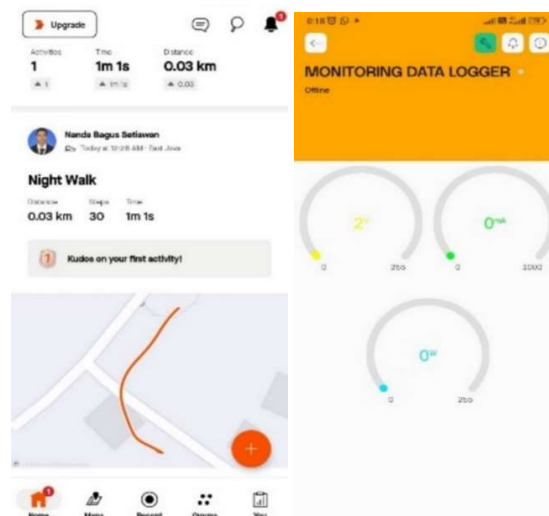
Data yang disajikan diperoleh dari pengujian alat di kecamatan Singosari, desa Banjararum. Pengujian dilakukan selama tiga hari secara acak pada bulan Juli 2024, dari pukul 09.00 hingga 16.00 WIB. Hal ini disebabkan oleh adanya pohon bambu di sekitar lokasi yang membuat sinar matahari baru tampak pada pukul 09.00 dan terhalang pada pukul 15.30, sehingga pengambilan data dibatasi hingga pukul 16.00. Pengambilan data dilakukan menggunakan panel surya 20Wp secara statis dan dengan sistem tracker.

Kesimpulannya, terdapat perbedaan nilai tegangan yang diperoleh antara panel surya statis dan yang menggunakan sistem tracker. Panel surya statis tidak dapat mengikuti pergerakan matahari dan akibatnya tidak dapat menyerap energi matahari secara optimal. Sebaliknya, panel surya dengan sistem tracker selalu mengarah ke matahari dan mampu menyerap energi matahari dengan lebih efisien.

4.3 Pengujian IOT

Pengujian jarak dalam Internet of Things (IoT) mengacu pada proses pengukuran dan pemantauan jarak antara dua perangkat atau objek yang terhubung dalam jaringan IoT. Dalam sistem IoT yang berfungsi untuk pemantauan lokasi, seperti GPS atau sistem pelacakan kendaraan, pengujian jarak berperan dalam menentukan posisi relatif antara perangkat dan titik acuan tertentu. Hal ini sangat penting dalam aplikasi navigasi, pengelolaan armada, dan pelacakan logistik.

4.4 Pengujian Jarak ESP8266 Wifi



Gambar 4.5 Uji jarak Esp8266

Pengujian ini dilakukan dengan jalan kaki menjauhi signal Wifi dan didapatkan jarak sejauh 30m, dapat dilihat pada Blynk status berubah menjadi offline yang berarti sudah tidak tersambung pada IOT.

4.5 Pengujian Data Logger

Fungsi pengujian data logger adalah untuk memastikan bahwa perangkat pencatat data (data logger) beroperasi dengan baik dan dapat merekam, menyimpan, dan mengirimkan data secara akurat sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Time	Counter															
17:23:07	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.30	mA u: 172.00	d: 123.00	f: 170.00	r: 144.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: KANAN	UpDown: AT		
17:23:07	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.30	mA u: 172.00	d: 123.00	f: 170.00	r: 144.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:07	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.30	mA u: 172.00	d: 123.00	f: 170.00	r: 144.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:07	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.90	mA u: 175.00	d: 122.00	f: 160.00	r: 151.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:07	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.90	mA u: 175.00	d: 122.00	f: 160.00	r: 151.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:08	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.90	mA u: 175.00	d: 122.00	f: 160.00	r: 151.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:08	Vcel: 12.51 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.90	mA u: 172.00	d: 120.00	f: 171.00	r: 154.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:08	Vcel: 12.51 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.90	mA u: 172.00	d: 120.00	f: 171.00	r: 154.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:08	Vcel: 12.51 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.90	mA u: 172.00	d: 120.00	f: 171.00	r: 154.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:08	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.40	mA u: 175.00	d: 122.00	f: 160.00	r: 153.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:09	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.40	mA u: 175.00	d: 122.00	f: 160.00	r: 153.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:09	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.40	mA u: 175.00	d: 122.00	f: 160.00	r: 153.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:09	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 121.70	mA u: 173.00	d: 123.00	f: 170.00	r: 144.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:09	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 121.70	mA u: 173.00	d: 123.00	f: 170.00	r: 144.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:09	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 121.70	mA u: 173.00	d: 123.00	f: 170.00	r: 144.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:10	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.60	mA u: 172.00	d: 121.00	f: 171.00	r: 152.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:10	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 122.60	mA u: 172.00	d: 121.00	f: 171.00	r: 152.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:10	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 121.20	mA u: 172.00	d: 121.00	f: 171.00	r: 154.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:11	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 121.20	mA u: 172.00	d: 121.00	f: 171.00	r: 154.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:11	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 121.20	mA u: 172.00	d: 121.00	f: 171.00	r: 154.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:11	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 120.40	mA u: 177.00	d: 123.00	f: 166.00	r: 150.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:11	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 120.40	mA u: 177.00	d: 123.00	f: 166.00	r: 150.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		
17:23:11	Vcel: 12.50 V	Icel: 0.02 A	Vout: 12.50	Vlout: 120.40	mA u: 177.00	d: 123.00	f: 166.00	r: 150.00	up: 0.00	down: 0.00	left: 0.00	right: 0.00	LeftRight: STOP	UpDown: STC		

Gambar 4.6 Data Logger

5. SIMPULAN

Berdasarkan tahap pengamatan dan pengujian setiap komponen dan alat secara keseluruhan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Data yang diperoleh menunjukkan peningkatan tegangan dimulai pada pukul 09.00, dengan tegangan maksimal tercatat pada pukul 13.00, sebelum akhirnya mengalami penurunan secara bertahap.
2. Pengujian data logger dapat direkam dan disimpan setiap detik dengan menggunakan perangkat lunak PLX-DAQ yang terhubung langsung ke Excel.
3. Jarak maksimum Internet of Things (IoT) yang terhubung melalui WiFi dapat diukur, dan data yang diterima sesuai dengan yang ditampilkan pada layar LCD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah Atas Berkat Rachmat Allah Yang Maha Esa, atas nikmat yang begitu luar biasa sehingga penulis bisa dengan lancar dalam penyusunan laporan skripsi ini. Terima kasih untuk sukma dan raga penulis yang tetap kuat dan semangat sehingga sampai di titik ini. Terima kasih untuk orang tua atas doa dan dukungan yang tanpa henti sehingga penulis mendapatkan energi positif dan semangat yang berlebih. Terima Kasih untuk Dosen Pembimbing, Kaprodi dan Keluarga besar Universitas Widyagama Malang atas arahan, dorongan serta dukungannya sehingga penulis lebih mudah dalam prosesnya. Terima Kasih untuk saudara, teman, dan rekan-rekan. Tanpa dukungan dan semangatnya penulis menyadari tidak akan dengan mudah melewati ini semua, serta semua yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] K. Akhmad, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya untuk Daerah Terpencil," *Din. Rekayasa*, vol. 1, no. 1, pp. 29–33, 2005, [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.20884/1.dr.2005.1.1.8>
- [2] 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.
- [3] B. Triyono, Y. Prasetyo, and H. Kusbandono, "OPTIMASI OUTPUT DUAL AXIS SOLAR TRACKER MENGGUNAKAN METODE ASTRONOMI BERBASIS SMART RELAY," *Transmisi*, vol. 23, no. 1, pp. 1–4, Jan. 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.1.1-4.
- [4] M. Asri and Serwin, "Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Optimasi Output Daya Pada Panel Surya," *J. INSTEK*, vol. 4, no. 1, pp. 11–19, 2019.
- [5] B. B. Rarumangkay, V. C. Poekoel, and S. R. U. A. Sompie, "Solar Panel Monitoring System Sistem Monitoring Panel Surya," *J. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 211–218.
- [6] H. Monika putri, J. Dedy Irawan, and D. Rudhistiar, "Data Logger Intensitas Cahaya Matahari Berbasis Nodemcu Untuk Menentukan Lokasi Penempatan Solar Cell," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 187–193, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3277.
- [7] Q. Hidayati, N. Yanti, and N. Jamal, "Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Solar Tracker Dual Axis Dual Axis Solar Tracking System for Power Generation," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Terap.*, pp. 68–75, 2020.
- [8] T. Agung Priatama *et al.*, *P-37 SISTEM MONITORING SOLAR CELL MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO R3 DAN DATA LOGGER SECARA REAL TIME SOLAR CELL MONITORING SYSTEM USING ARDUINO UNO R3 MICROCONTROLLER AND DATA LOGGER REAL TIME*.
- [9] A. U. Krismanto, "Institut Teknologi Nasional Malang".
- [10] P. Biaya and D. A. N. Kualitas, "Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember," 2016.
- [11] I. F. Pamungkas, U. T. Kartini, T. Wrahatnolo, and Joko, "Sistem Monitoring Daya Listrik Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 236–245, 2022.
- [12] W. S. Wedryanto, G. Widayana, "Pengembangan Penggerak Solar Panel Dua Sumbu Untuk Meningkatkan Daya Pada Solar Panel Tipe," vol. 5, no. 3, pp. 62–70, 2017.
- [13] S. Manan, "Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia," *Energi Matahari Sumber Energi Altern. Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkung. Di Indones.*, pp. 31–35, 2009, [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/1722>
- [14] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [15] D. Desmira, "Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i1.4465.
- [16] A. P. Y. Waroh, "Analisa Dan Simulasi Sistem Pengendalian Motor Dc," *J. Ilm. Sains*, vol. 14, no. 2, p. 80, 2014, doi: 10.35799/jis.14.2.2014.5935.