

MONITORING ARUS DAN TEGANGAN PANEL SURYA BERBASIS IoT (INTERNET OF THINGS)

Nur Anisah Fitri Daulay*, Nazaruddin Nasution, dan Mulkan Iskandar Nasution

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Jl. Lapangan Golf, Pancur Batu, Deli Serdang, Sumatera Utara

**Email: anisahdaulay081@gmail.com,*

Abstrak

Listrik merupakan aspek yang penting dalam kehidupan, karena sebagian besar rumah menggunakan energi listrik untuk mengoperasikan berbagai perangkat elektronik. Monitoring arus dan tegangan panel surya pada sistem hibrida berbasis IoT (*Internet of Things*) yang bertujuan untuk Membuat rancang bangun sistem monitoring arus dan tegangan panel surya berbasis Internet of Things (IoT), Menganalisis kinerja sistem monitoring arus dan tegangan panel surya berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan panel surya sebagai pengganti Listrik PLN komponen pendukung seperti *Solar Charge Controller* sebagai pengatur arus searah yang diisi ke baterai agar tidak terjadi kelebihan tegangan pada saat pengisian ke baterai, baterai berfungsi sebagai penyimpanan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya, serta NodeMCU dengan menggunakan ESP8266 yang berfungsi untuk menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (Wi-Fi). Pengukuran arus menggunakan sensor arus (ACS712), pengukuran tegangan menggunakan sensor tegangan (DC), data yang diperoleh dibaca oleh ESP8266 dan dikirim ke aplikasi Blynk melalui jaringan internet. Error sensor arus (ACS712) sebesar 12,89%. Error sensor tegangan (DC) sebesar 2,97%. Waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman pembacaan sensor tegangan sebesar 3 detik.

Kata-kata kunci : Monitoring, Blynk, Node MCU, *Internet of Things*, dan Panel Surya

Abstract

Electricity is a very important aspect in life, because almost all houses use electrical energy to power electronic devices in their homes. Monitoring the current and voltage of solar panels in a hybrid system based on IoT (Internet of Things) which aims to design a solar panel current and voltage monitoring system based on the Internet of Things (IoT), Analyze the performance of a solar panel current and voltage monitoring system based on the Internet of Things (IoT). This study uses solar panels as a substitute for PLN electricity, supporting components such as the Solar Charge Controller as a regulator of direct current that is charged to the battery so that there is no excess voltage when charging the battery, the battery functions as a storage of electric current generated by the solar panel, and the Node MCU using ESP8266 which functions to run the microcontroller function and also an internet connection (Wi-Fi). Current measurement uses a current sensor (ACS712), voltage measurement uses a voltage sensor (DC), the data obtained is read by ESP8266 and sent to

the Blynk application as via the internet network. Current sensor error (ACS712) is 12.89%. The DC voltage sensor error was 2.97%. The time required to transmit the voltage sensor reading was 3 seconds.

Keywords: Monitoring, Blynk, NodeMCU, Internet of Things, and Solar Panels

I. PENDAHULUAN

Energi dibutuhkan bagi aktivitas manusia terutama untuk kegiatan perekonomian, rumah tangga, Industri, bisnis serta transportasi. Sebagian besar suplai energi di dunia berasal dari bahan bakar fosil yang merupakan sumber daya non terbarukan. Kebutuhan energi diperkirakan terus meningkat, sementara sumber cadangan minyak bumi dan batu bara jumlahnya semakin menipis. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil sebagai energi berkontribusi terhadap kelebihan karbon di atmosfer sehingga menyebabkan pemanasan global. Oleh karenanya, perlu adanya suplai dari energi alternatif selain minyak bumi dan batu bara. Energi Baru dan Energi Terbarukan (EBT) menjadi salah satu sumber alternatif penyediaan energi, karena selain memiliki dampak yang rendah terhadap kerusakan lingkungan, juga menjamin keberlanjutan energi hingga masa mendatang.

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi, khususnya minyak bumi, yang terjadi sejak tahun 1970-an mendapat perhatian yang cukup besar dari banyak negara di dunia. Disamping jumlahnya yang tidak terbatas, pemanfaatannya juga tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Cahaya atau sinar matahari dapat dikonversi menjadi listrik dengan menggunakan teknologi sel surya atau fotovoltaiik.

Pembangkit energi terbarukan yang ketersediaannya tidak menentu seperti tenaga surya, tenaga angin, mikrohidro, ombak laut, dan pasang surut air laut masih kurang dimanfaatkan. Dalam upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu pencarian tersebut diarahkan pada pemanfaatan energi matahari baik yang secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan panel surya yang dapat yang merubah energi matahari menjadi energi listrik yang dinamakan Solar Cell. Teknologi Solar Cell telah lama dikenal oleh manusia penangkap panas yang dibawa sinar matahari untuk diubah menjadi sumber energi listrik.

Panel surya umumnya digunakan dalam kondisi statis, meskipun intensitas cahaya matahari selalu berubah-ubah tergantung sudut matahari terhadap panel surya. Kondisi statis tersebut mengakibatkan penyerapan intensitas cahaya matahari oleh panel surya tidak optimal. Untuk mencapai penyerapan yang optimal, panel surya perlu berada tegak lurus terhadap sinar matahari. Untuk mencapai hal ini, diperlukan penggunaan alat penjejak matahari yang dapat mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari.

Alat penjejak matahari atau biasa disebut juga dengan solar tracker dimana panel surya dapat mengikuti arah datang sinar matahari yang dapat memaksimalkan produksi listrik pada panel surya. Dengan menggunakan solar tracker keluaran energi atau daya dapat meningkat berkisar antara 20 sampai 50 persen tergantung pada jenis tracker yang digunakan dan juga lokasi pada PLTS. Solar tracker ini bergerak mengikuti cahaya matahari dengan rangkaian tracker dengan menggunakan dua sensor LDR yang diletakkan pada bagian timur dan barat sebagai penjejak sumbu horizontal dengan satu penggerak motor atau modul servo yang terletak pada sumbunya (Syahputra, Zidane. dkk. 2019).

II. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem *solar tracker* berbasis Arduino UNO terhadap peningkatan efisiensi penyerapan energi pada panel surya. Sistem dirancang agar panel surya dapat bergerak mengikuti arah datangnya sinar matahari secara otomatis menggunakan dua sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) sebagai pendeteksi intensitas cahaya.

Rangkaian utama terdiri dari:

1. Panel Surya
2. *Solar Charge Controller* (SCC)
3. Baterai
4. *Module Step Down 12 V ke 5 V*
5. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 I2C
6. Modul *Light Dependent Resistor* (LDR)
7. Motor Servo
8. Inverter
9. Arduino UNO

Spesifikasi hardware Arduino UNO disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino UNO

Parameter	Spesifikasi
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (rekomendasi)	7-12V
Pin digital I/O	14 (6 Pin Output PWM)
Pin digital PWM I/O	6
Pin analog input	6
Arus DC tiap pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Flash memory	32 KB (ATmega328P)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock speed	16 MHz
LED builtin	13
Panjang	68,6 mm
Lebar	53,4 mm
Berat	25 g
Tegangan input (limit)	6-20V

(Laksono, Ridwan Eko. 2022)

B. Teknik Pengumpulan Data dan Pengembangan Instrumen

Data penelitian diperoleh melalui pengujian alat dilapangan. Parameter yang di ukur meliputi tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan panel surya, baik saat menggunakan sistem *solar tracker* maupun saat panel surya dalam posisi tetap (tanpa pelacak).

Instrumen utama berupa sistem *solar tracker* dengan dua sensor LDR yang mendeteksi perbedaan intensitas cahaya disisi kanan dan sisi kiri panel. Sinyal dari kedua LDR diproses oleh mikrokontroller Arduino UNO untuk menggerakkan motor servo sehingga panel surya menghadap langsung ke arah matahari dengan intensitas tinggi. Hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD 16x2 dan dicatat secara manual menggunakan multimeter digital.

C. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, dengan membandingkan nilai tegangan, arus, dan daya yang diperoleh panel surya. Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik

untuk mempermudah analisis perubahan nilai arus dan tegangan terhadap waktu. Hasil analisis digunakan untuk menilai terhadap kestabilan tegangan baterai dan penyerapan energi matahari.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan pengaruh sudut kemiringan terhadap efisiensi *solar tracker* pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) telah berhasil direalisasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara merancang sudut kemiringan terhadap efisiensi *solar tracker* pada sistem PLTS dan mengetahui hasil pengukuran intensitas cahaya berdasarkan posisi panel surya berbasis mikrokontroler. Sistem ini memanfaatkan berbagai sensor dan aktuator, antara lain sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dan menentukan posisi matahari, sehingga mikrokontroler dapat menggerakkan motor (servo atau DC) agar panel surya selalu menghadap ke arah dengan cahaya paling kuat, sehingga energi yang diserap menjadi lebih optimal. Motor servo pada solar tracker berfungsi untuk menggerakkan dan mengatur sudut panel surya agar selalu menghadap ke arah datangnya cahaya matahari dengan tepat. Serta LCD untuk menampilkan hasil pembacaan. Data yang diperoleh dari pengujian sensor dan aktuator kemudian dianalisis guna menilai kinerja sistem secara keseluruhan.

Pengujian Sensor ACS untuk Nilai ADC

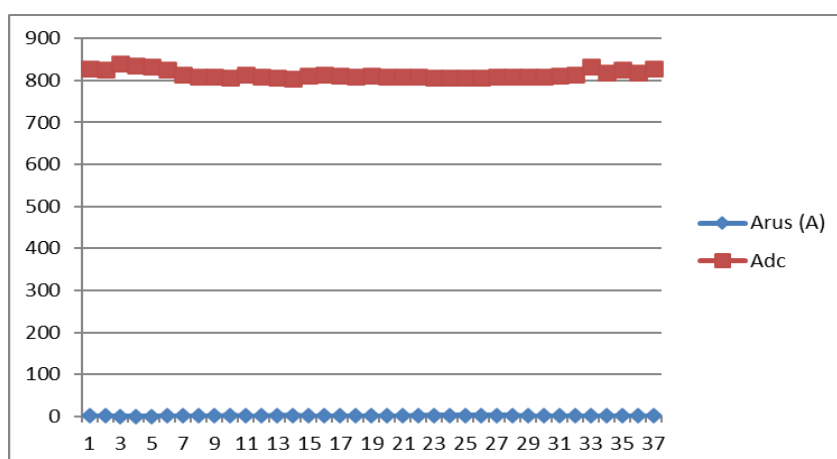
Sebelum sensor arus digunakan untuk mengukur arus, terlebih dahulu sensor arus dikalibrasi. Sensor arus yang dikalibrasi terhubung pada Arduino sehingga dapat dilihat berapakah nilai ADC pada keluaran arus, setelah itu dapat dilihat berapakah nilai ADC pada sensor dalam nilai arus tertentu. Dibutuhkan ampere meter untuk mengetahui arus yang mengalir, sehingga diperoleh perbandingan untuk mendapatkan faktor kalibrasi. Sebelum melakukan kalibrasi, datasheet sensor diperlukan untuk melihat resolusi pembacaan ADC pada sensor. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor ACS untuk Nilai ADC

Waktu Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)	ADC
08:00	13,9	1,06	828
08:15	14,6	1,13	825
08:30	13,9	0,62	840
08:45	13,6	0,71	835
09:00	14	0,73	834
09:15	14,2	1,12	826
09:30	14,8	1,55	813
09:45	15	1,82	809
10:00	15,3	1,93	809
10:15	15	2,02	807
10:30	14,4	1,72	813
10:45	15	1,9	809
11:00	15,3	2,07	806
11:15	15,5	2,13	804
11:30	14,8	1,83	811
11:45	15	1,68	814

12:00	14,9	1,75	811
12:15	15,1	1,85	810
12:30	15,2	1,83	812
12:45	15,4	1,87	810
13:00	15,6	1,89	810
13:15	15,7	2,01	808
13:30	15,6	2,02	807
13:45	15,7	2,06	806
14:00	15,9	2,09	806
14:15	16	2,03	807
14:30	16,1	2,01	808
14:45	16,3	1,95	810
15:00	16,2	1,86	809
15:15	16,5	1,93	808
15:30	16,8	1,82	811
15:45	17	1,72	814
16:00	14,2	0,75	832
16:15	17,1	1,71	819
16:30	14	1,07	825
16:45	14,6	1,31	819
17:00	13,8	0,86	828

Pengujian adc dan arus dilakukan untuk mendapatkan nilai ADC yang kemudian dimasukkan ke rumus regresi linier untuk mendapatkan rumus arus pada program pengambilan arus. Pengujian dilakukan mulai pukul 08:00 sampai 17:00 WIB. Hasil pengujiannya dapat dilihat dari Tabel 2, didapat hasil nilai arus antara 0,62A sampai 2,13 A dan nilai ADC yang diperoleh antara 804-840. Dari grafik menunjukkan hasil pengujian arus dan ADC, dimana pada ampere meter diperoleh nilai arus antara 0,62 A sampai 2,13 A dan nilai ADC yang diperoleh antara 804-840.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Arus dan ADC

Kalibrasi Sensor Arus

Kalibrasi membandingkan pembacaan sensor dengan alat ukur amperemeter. Dengan menyiapkan beban pada panel surya, kemudian dibaca data ADC yang sudah dibuat rata-rata, karena rata-rata ini untuk mencari nilai yang stabil. Kemudian dibuat beberapa sampel dengan nilai yang berbeda. Arus dibaca oleh amperemeter sedangkan ADC dibaca oleh sensor arus ACS712. Selanjutnya data tersebut dimasukkan ke rumus regresi linier, dapat dihitung dengan situs “kalkulator regresi linier online”. Setelah memasukkan rumus regresi linier pada program maka nilai hasil akhir pada panel surya berupa arus, tegangan, daya dapat dilihat pada Tabel 3.

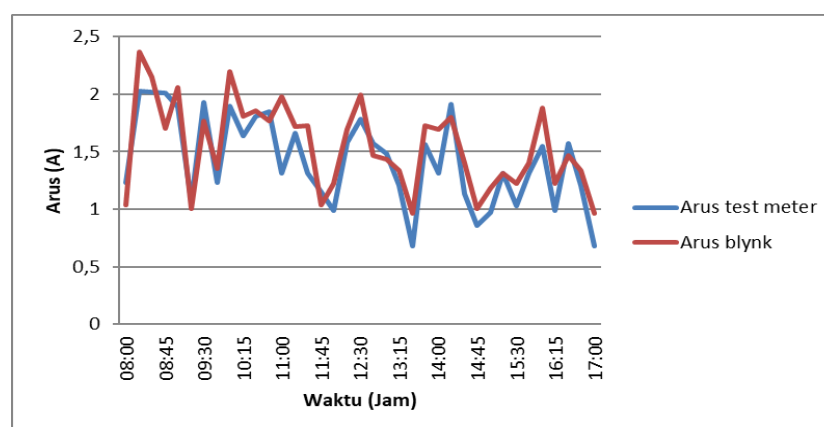
Tabel 3. Hasil Pengujian Arus Pada Ampere Meter Dan Blynk

Waktu	Arus ampere meter (A)	Arus blynk (A)	Selisih (A)	Error (%)
08:00	1,23	1,04	0,19	18,27
08:15	2,03	2,37	0,34	14,35
08:30	2,02	2,15	0,13	6,04
08:45	2,01	1,7	0,4	22,14
09:00	1,89	2,06	0,17	8,25
09:15	1,07	1	0,07	7
09:30	1,93	1,77	0,16	9,04
09:45	1,23	1,35	0,12	8,80
10:00	1,9	2,2	0,3	13,63
10:15	1,64	1,81	0,17	9,39
10:30	1,81	1,86	0,05	2,69
10:45	1,85	1,77	0,08	4,52
11:00	1,31	1,98	0,67	33,83
11:15	1,66	1,72	0,06	3,48
11:30	1,31	1,73	0,42	24,27
11:45	1,15	1,04	0,11	10,57
12:00	0,99	1,22	0,23	18,85
12:15	1,58	1,69	0,11	6,50
12:30	1,78	1,99	0,21	10,55
12:45	1,57	1,47	0,1	6,80
13:00	1,48	1,43	0,05	3,49
13:15	1,21	1,34	0,13	16,41
13:30	0,68	0,96	0,28	29,16
13:45	1,56	1,73	0,17	9,82
14:00	1,31	1,69	0,38	22,48
14:15	1,91	1,8	0,11	6,11
14:30	1,13	1,4	0,27	19,28
14:45	0,86	1	0,14	14
15:00	0,97	1,18	0,21	17,79
15:15	1,31	1,31	0	0
15:30	1,03	1,22	0,19	15,57

15:45	1,31	1,4	0,09	6,42
16:00	1,55	1,88	0,33	17,55
16:15	0,99	1,22	0,33	18,85
16:30	1,57	1,47	0,1	6,80
16:45	1,21	1,34	0,13	9,70
17:00	0,68	0,96	0,28	29,01
Rata-rata	1,42	1,55	0,196	12,89

Pengujian sensor arus dilakukan dengan membandingkan sensor arus dengan alat ukur amperemeter. Perbandingan dilakukan dengan cara menghubungkan amperemeter dengan panel surya. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 1, didapat hasil pada sensor acs antara 0,96-2,37 Ampere, sedangkan hasil pada alat ukur ampere meter antara 0,68-2,03 Ampere. Selisih antara sensor acs dengan alat ukur amperemeter yaitu 0,196 Ampere dengan *error* 12,89%. Nilai perbandingan antara arus pada blynk dan test meter dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian arus pada ampere meter dan blynk, awal pengukuran arus ampere meter 1,23 Ampere dan arus pada blynk 1,04 Ampere. Pada test meter nilai terendah adalah pada pukul 13:30 WIB dengan nilai 0,68 Ampere, nilai tengah adalah pada pukul 11:30 WIB dengan nilai 1,31 Ampere dan nilai tertinggi adalah pada pukul 08:15 WIB dengan nilai 2,03 Ampere. Sedangkan pada blynk diperoleh hasil arus terendah adalah pada pukul 17:00 WIB dengan nilai 0,96 A, nilai tengah pada pukul 12:45 WIB dengan nilai 1,47 A dan nilai tertinggi pada pukul 08:15 WIB dengan nilai 2,37 A. Dapat dilihat bahwa tabel tersebut menunjukkan keterkaitan antara arus panel surya terhadap suhu lingkungan dengan menunjukkan grafik naik turun, sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu lingkungan juga mempengaruhi kinerja panel surya secara berbanding lurus.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Arus pada Ampere Meter dan Blynk

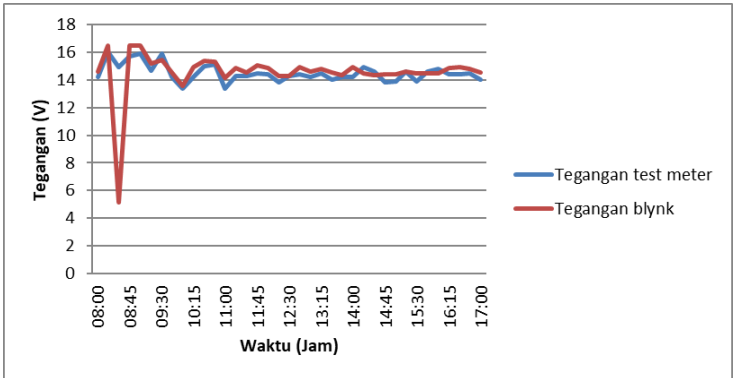
3.4 Pengujian Sensor Tegangan

Tegangan listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari satu tempat ke tempat yang lain. Satuan dari tegangan listrik adalah Volt. Data hasil pengujian tegangan dengan menggunakan sensor tegangan dan volt meter dapat dilihat pada Tabel 4.

Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan membandingkan sensor tegangan dengan alat ukur test meter (Volt meter) dengan panel surya. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4, didapat hasil pada sensor tegangan antara 13,57 Volt sampai 16,5 Volt, sedangkan hasil pada alat ukur volt meter antara 13,4 Volt sampai 16 Volt. Selisih antara sensor tegangan dengan alat ukur voltmeter yaitu 0,53 Volt dengan *error* 2,97%. Nilai perbandingan antara arus pada blynk dan test meter (Volt meter) dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Waktu	Tegangan volt meter (V)	Tegangan blynk (V)	Selisih (V)	Error (%)
08:00	14,2	14,63	4,43	2,93
08:15	16	16,5	0,5	3,03
08:30	14,9	15,11	0,21	1,38
08:45	15,7	16,5	0,8	4,84
09:00	15,9	16,5	0,6	3,63
09:15	14,7	15,16	0,46	3,03
09:30	15,9	15,47	0,43	2,77
09:45	14,2	14,57	0,37	2,53
10:00	13,4	13,57	0,17	1,25
10:15	14,2	14,93	0,73	4,88
10:30	15	15,37	0,37	2,40
10:45	15,1	15,3	0,2	1,30
11:00	13,4	14,14	0,74	5,23
11:15	14,3	14,89	0,59	3,96
11:30	14,3	14,55	0,25	1,71
11:45	14,5	15,03	0,8	3,52
12:00	14,4	14,86	0,46	3,19
12:15	13,8	14,3	0,5	3,49
12:30	14,3	14,26	0,04	0,28
12:45	14,4	14,91	0,51	3,42
13:00	14,2	14,58	0,38	2,60
13:15	14,5	14,81	0,31	2,09
13:30	14	14,55	0,55	3,78
13:45	14,2	14,34	0,14	0,97
14:00	14,2	14,94	0,74	4,95
14:15	14,9	14,47	0,43	2,97
14:30	14,6	14,37	0,23	1,60
14:45	13,8	14,39	0,41	4,10
15:00	13,9	14,42	0,52	2,11
15:15	14,6	14,62	0,02	0,13
15:30	13,9	14,45	0,55	3,80
15:45	14,6	14,5	0,1	0,68
16:00	14,8	14,47	0,33	2,28
16:15	14,4	14,86	0,46	3,03
16:30	14,4	14,91	0,51	3,51
16:45	14,5	14,81	0,31	2,09
17:00	14	14,55	0,55	3,78
Rata-rata	14,49	14,83	0,53	2,97



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Tegangan pada testmeter dan blynk

Grafik menunjukkan hasil pengujian blynk pada test meter dan blynk, dimana pada test meter nilai terendah adalah pada pukul 11:00 WIB dengan nilai terendah 13,4 Volt, nilai tengah pada pukul 16:15 WIB, dan nilai tertinggi pada pukul 08:15 dengan nilai 16 Volt.

3.5 Pengujian Daya

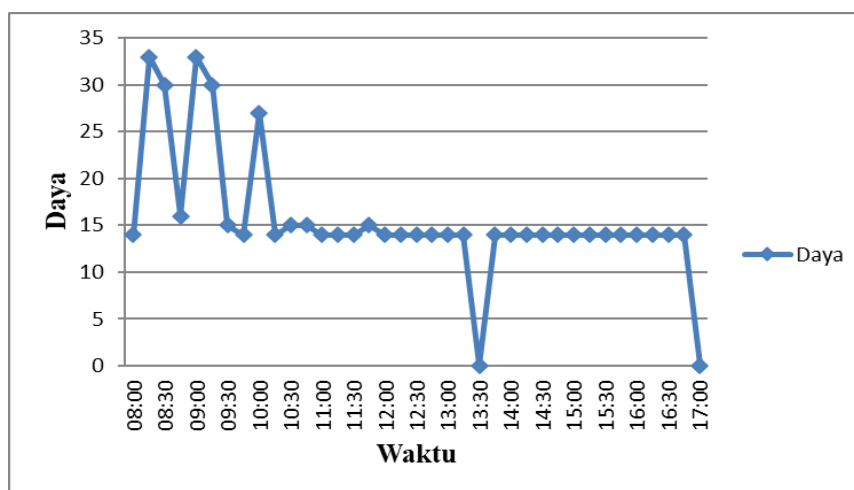
Daya adalah jumlah usaha yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Besarnya energi listrik yang diserap oleh suatu rangkaian pada setiap satuan waktu, satuan dari daya adalah Watt. Data hasil pengujian tegangan menggunakan aplikasi blynk dapat dilihat pada Table 5.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Daya

Waktu	Arus blynk	Tegangan blynk	Daya
08:00	1,04	14,63	14
08:15	2,37	16,5	33
08:30	2,15	5,11	30
08:45	1,7	16,5	16
09:00	2,06	16,5	33
09:15	1	15,16	30
09:30	1,77	15,47	15
09:45	1,35	14,57	14
10:00	2,2	13,57	27
10:15	1,81	14,93	14
10:30	1,86	15,37	15
10:45	1,77	15,3	15
11:00	1,98	14,14	14
11:15	1,72	14,89	14
11:30	1,73	14,55	14
11:45	1,04	15,03	15
12:00	1,22	14,86	14
12:15	1,69	14,3	14

12:30	1,99	14,26	14
12:45	1,47	14,91	14
13:00	1,43	14,58	14
13:15	1,34	14,81	14
13:30	0,96	14,55	0
13:45	1,73	14,34	14
14:00	1,69	14,94	14
14:15	1,8	14,47	14
14:30	1,4	14,37	14
14:45	1	14,39	14
15:00	1,18	14,42	14
15:15	1,31	14,62	14
15:30	1,22	14,45	14
15:45	1,4	14,5	14
16:00	1,88	14,47	14
16:15	1,22	14,86	14
16:30	1,47	14,91	14
16:45	1,34	14,81	14
17:00	0,958	14,55	0
Rata-rata	1,55	14,56	15,65

Suhu lingkungan merupakan suhu yang ada disekitaran panel surya ketika panel surya sedang bekerja. Perbandingan antara suhu lingkungan mempunyai pengaruh terhadap output yang dihasilkan oleh panel surya. Berdasarkan hasil monitoring daya menggunakan alat rancangan peneliti maka daya terendah yang diperoleh adalah 0 Watt dan daya tertinggi adalah 33 Watt. Grafik hasil pengujian daya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Daya pada Blynk

Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai daya yang diperoleh adalah antara 0 sampai 33 Watt. Data diatas merupakan data dari pengujian pengambilan data yang dimulai dari jam 08:00 sampai 17:00 WIB

dengan merujuk grafik diatas merupakan hasil dari pengujian pengambilan data. Dapat dilihat bahwa grafik tersebut menunjukkan keterkaitan antara tegangan panel surya dengan suhu dan kelembaban lingkungan dengan menunjukkan grafik naik turun yang berupa sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu dan kelembaban lingkungan juga mempengaruhi kinerja panel surya secara berbanding lurus.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan Monitoring Panel Surya Berbasis IoT (*Internet of Things*), maka dapat diambil sebuah kesimpulan: telah terealisasi suatu system monitoring arus dan tegangan panel surya yang terhubung ke blynk ditandai dengan berhasilnya system melakukan pengukuran arus dan tegangan matahari serta dapat mengirim notifikasi ke blynk dengan ukuran dan status yang tepat. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, bahwa alat telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya, dengan rata-rata persentase error arus sebesar 12,89% dan persentase error tegangan sebesar 2,97%. Rata-rata waktu pengiriman notifikasi atau data ke aplikasi Blynk pada semua kondisi dengan menggunakan Node-MCU adalah 3 detik. Dari hasil data pengujian panel surya tegangan dan arus panel surya dipengaruhi oleh keadaan cuaca apabila cuaca mendung maka tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya akan berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman., dkk. 2019. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus dan Tegangan pada Panel Menggunakan Labview*. (Skripsi). Tangerang Selatan : Universitas Pamulang.
- Hakim, M Azizul. 2018. *Rancang Bangun Inverter Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Keluaran 220V Dengan Frekuensi 50 Hz Di Laboratorium Teknologi Energi Universitas Sriwijaya*. Sriwijaya : Universitas Sriwijaya.
- Hasanah, Siti Uswatun. 2016. *Rancang bangun sistem monitoring arus dan tegangan pada panel surya*. (Skripsi). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Jumrianto., dkk. 2020. Kalibrasi Sensor Tegangan dan Sensor Arus dengan Menerapkan Rumus Regresi Linier Menggunakan Software Bascom AVR. *Journal of Systems, Information Technology, and Electronics Engineering*, 2-4.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). *306 Desa di Kalimantan Utara Belum Teraliri Listrik*. Diakses pada tanggal 9 Februari 2022, <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/badan-penelitian-dan-pengembangan-esdm/306-des-a-di-kalimantan-utara-belum-teraliri-listrik>.
- Lubis, Didi Ashari. 2021. *Rancang Bangun Sistem Monitoring tegangan Dan Arus Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino*. (Skripsi). Palembang : Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Makruf, Abdul, Rizal Rahmadhani, Pratika Sulistya Ningsih, Wiki Jayaditama, Nur Rani Alham. Pengukuran Tegangan, Arus, Daya Pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*. Vol 5 No.1(2020). Hal 8.
- Pramana, Dewa Gede Dede., dkk. 2017. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328*. Vol.4. No.2. Hal: 89-96.
- Qadri, Ansal. 2018. *Pembangkit Listrik sistem hybrid sel surya dengan energi angin*. Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar.

- Risky, Bagus M. 2020. *Penggunaan Arduino Uno Sebagai Alat Tracker Matahari Pada PLTS 200 WP Dengan Sistem Solar Charge*. (Skripsi). Medan: UMSU.
- Salam, Brilyan Edward Muhammad. 2021. *Sistem Monitoring Luaran Daya Panel Surya Solar Tracker Berbasis Internet Of Things Dengan GOIOT*. (Skripsi). Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Setraji, Galih Irvan. 2018. *Perancangan Polar Monitoring Sistem Pada Panel Surya Sebagai Sumber Utama Pada Smart Open Parking Dalam Arsitektur IOT*. Vol.7. No.3
- Siregar, Riki Ruli A. 2017. *Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno*. Vol.14. No. 2. Hal: 81-100.
- Tian, Salsabila Ulfah. 2017. *Prototipe Sistem Monitoring Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Internet Of Things*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.