



PROTOTYPE SISTEM MONITORING ARUS DAN TEGANGAN PANEL SURYA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK

Rizky Alfyan Yahya¹, Churnia Sari², Ridam Dwi Laksono³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun

Jalan Auri Nomor 14-16, Madiun, Jawa Timur

(0351) 462986, (0351) 459400

E-mail: [1rizkyalfyanyhy@gmail.com](mailto:rizkyalfyanyhy@gmail.com), 2s.churnia@unipma.ac.id, 3ridam.dl@unipma.ac.id

ARTICLE INFO

Article History :

Article entry : 2023-03-08

Article revised : 2023-03-14

Article received : 2023-03-15

Keywords :

Solar Panel, IoT, Blynk, MAPE

IEEE Style in citing this article: R. A. Yahya, C. Sari dan R. D. Laksono, "Prototype Sistem Monitoring Arus Dan Tegangan Panel Surya Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk," JE-UNISLA, vol. 8, no. 1, pp. 55-61, 2023.

ABSTRACT

As we know that solar panel monitoring is still manual, measuring parameters with AVO or has to come to the area. This study aims to design a solar panel monitoring prototype that can display data in real time. current sensor and voltage sensor connected to arduino. Arduino is connected to the ESP8266 wifi module, from this wifi module the prototype can connect to the Blynk application on a smartphone. Voltage and current measurement can be viewed via a smartphone with Blynk application. The Prototype used Wifi module as a data sender to the Blynk Server so it can be monitored via a smartphone. The test of feasibility was by calculating using MAPE (Mean Absolute Percentage Error) analyse error. The result of current and voltage of the 9V battery, AVO reads 8.78V and Blynk application were 8.82V, while the current value on AVO was 0.23 A, and the Blynk application 0.23 A. In the solar panel experiment, current and voltage readings were obtained the AVO is 18.0V and 1.41 A, while the monitoring results show the voltage reading is 17.98 V and the current is 1.35 A. From these results it can be concluded that the error analysis of the sensor reading results with the AVO based on the MAPE function is $\pm 2\%$. From this analysis it can be concluded that the built prototype is able to monitor current and voltage properly using Blynk Application with real time.

1. PENDAHULUAN

Energi matahari merupakan energi alternatif yang dihasilkan dari pancaran panas dan juga cahaya matahari. Energi matahari sampai saat ini masih dapat kita manfaatkan secara gratis. Energi matahari merupakan sumber energi yang bersih karena tidak menimbulkan polusi (Assidiq, 2018), sehingga dapat dimanfaatkan masyarakat sebagai energi listrik yang ramah lingkungan. Intensitas energi radiasi matahari yang jatuh di Indonesia rata-rata sebesar kWh/m² per-hari (Ali, 2020). Energi matahari dapat berkembang menjadi energi listrik melalui PLTS dengan daya yang cukup besar dan bisa dimanfaatkan oleh banyak pihak. Beberapa PLTS di Indonesia contohnya adalah rumah tenaga surya, pompa tenaga surya, penyulingan air tenaga surya dan masih banyak PLTS lain yang bisa dimanfaatkan (Pawitra, 2020).

Sistem pembangkit listrik tenaga matahari saat ini ada 2 macam yaitu sistem *off grid* dan *on grid*, Dimana sistem *off grid* adalah sistem yang murni mengandalkan energi matahari tanpa ada dukungan dari energi lain, dan disimpan dalam bentuk baterai (Syahwil, 2021). Sedangkan sistem *on grid* banyak dikembangkan pada pembangunan rumah, kantor atau pabrik. Perbedaannya dengan sistem *off grid* adalah sistem *on grid* bisa disinkronkan dengan arus listrik dari PLN (Jufrizel, 2017).

Keandalan sistem PLTS tentu saja ditentukan oleh beberapa faktor terutama intensitas tenaga matahari (Purwanto, 2021). Untuk memastikan bahwa energi matahari yang diterima cukup maka dibutuhkan adanya sistem monitoring (Apriyani, 2021). Sistem monitoring *output* dan pencatatan data pada panel berfungsi untuk memonitoring dan mencatat *output* dari panel surya secara otomatis. Untuk menunjang kinerja sistem tersebut diperlukan

adanya suatu alat yang dapat bekerja secara *real time*.

Adanya alat untuk memonitoring Tenaga Surya akan mempermudah manusia dalam memonitoring dan mencatat *output* panel surya. Kelebihan dari adanya sistem monitoring secara real time adalah, adanya kerusakan yang timbul dapat terdeteksi sedini mungkin (Adi, 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Arwanda, 2017) sistem monitoring tenaga surya masih dilakukan secara manual. Diperlukan sebuah alat ukur manual dalam proses pengukuran *output* sehingga proses monitoring menjadi kurang efektif, karena banyak waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pencatatan hasil secara manual.

Tidak hanya berhenti pada satu penelitian, pengembangan sistem monitoring Listrik tenaga surya telah menjadi topik penelitian yang populer seperti yang dilakukan oleh (Apriyani, 2021 dan Adi, 2020). Senada dengan penelitian (Apriyani, 2021 dan Adi, 2020) pada penelitian ini dikembangkan sebuah *prototype* alat yang mampu memonitoring adanya pemanfaatan energi matahari. Sistem monitoring yang dikembangkan menggunakan beberapa alat penunjang seperti Mikrokontroler, Modul Wifi, Sensor arus dan Tegangan serta Smartphone android dan aplikasi Blynk.

Prototype yang dirancang berbasis Internet of Things sehingga memanfaatkan konektivitas internet yang setiap saat dapat terhubung terhubung dengan user secara real time. Penggunaan Internet of Things ditunjang oleh adanya Modul wifi dan aplikasi Blynk yang terpasang pada *smartphone* user. Penelitian terkait aplikasi Blynk sebagai penunjang metode *Internet of Things* juga telah banyak dikembangkan oleh (Susilo, 2021).

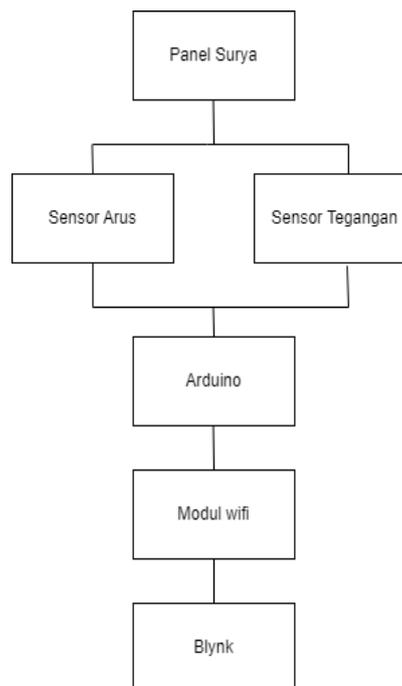
Pada penelitian ini aplikasi Blynk akan difokuskan untuk memonitoring arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya melalui baterai dengan arus DC. Apabila terjadi kesalahan hasil monitoring, maka tampilan pada aplikasi Blink akan menampilkan hasil pengukuran yang salah, sehingga bisa dilakukan pengecekan secara langsung.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Laboratorium Terpadu UNIPMA, dalam jangka waktu 1 semester, dimana dalam waktu tersebut dilakukan dua kegiatan utama yaitu Perancangan *Hardware Prototype* dan Perancangan *Software*.

2.1 Perancangan *Hardware*

Perancangan *prototype* perangkat keras (*hardware*) meliputi pemasangan sensor tegangan dan sensor arus dengan arduino, kemudian dintegrasikan dengan modul wifi. Blok Diagram *Prototype* alat adalah seperti pada Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Blok Diagram *Prototype* Sistem Monitoring Tegangan dan Arus pada Panel Surya Berbasis *Internet of Things*

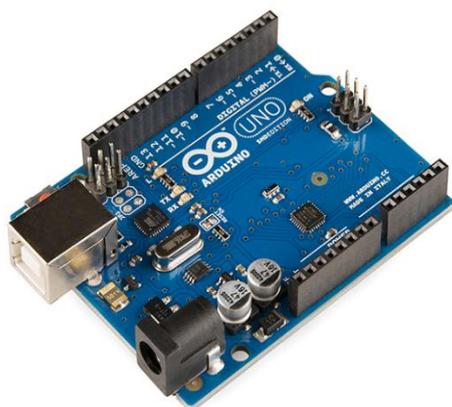
Alat dan bahan yang diperlukan adalah seperti pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Hardware
1	Arduino
2	Modul Wifi ESP 8266
3	Sensor Arus ACS712
4	Sensor Tegangan 0-25V
5	Panel Surya Mitsuyama 20 W
6	Kabel Jumper
7	Baterai 9V
8	PC/Laptop
9	LED 5V
10	Resistor 300 Ohm

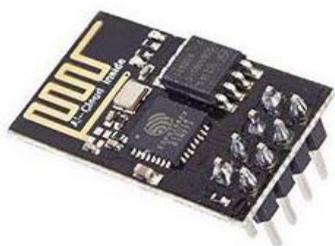
Prototype yang dirancang dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler tipe Arduino Uno. Arduino Uno adalah sebuah chip mikrokontroler yang dapat diprogram dan disambungkan dengan berbagai perangkat *input* maupun *output*. Arduino menjadi pilihan terbaik dalam merancang sebuah alat karena ditunjang oleh sebuah program IDE yang berupa dengan bahasa yang cukup mudah dipahami (Budiharto, 2020).

Arduino Uno pada Gambar 1 menggunakan CPU berupa Microchip AVR (8-bit) dengan 14 Pin Digital dan 6 Pin Analog, serta ada beberapa pin lainnya sebagai penunjang. Jumlah pin yang cukup banyak memudahkan Arduino untuk disambungkan dengan beberapa perangkat sekaligus. Dalam penelitian ini Arduino Uno akan dihubungkan dengan Modul Wifi ESP 8266.



Gambar 1. Arduino Uno

Modul wifi 8266 adalah sebuah modul yang berfungsi untuk menghubungkan sebuah mikrokontroler dengan wifi yang tersedia. Modul ini memiliki kelebihan langsung bisa dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa membutuhkan perangkat lain. Modul berbasis Single on Circuit ini memiliki 2 pin GPIO, 1 pasang pin UART, 1 pin CH_PD, pin VCC 3,3V dan pin GND.



Gambar 2. Modul Wifi 8266

Untuk bisa mengcoding modul ESP8266 kita bisa menggunakan IDE dari arduino dengan terlebih dahulu menambahkan library ESP 8266 (ESP8266wifi.h), yang bisa didapatkan secara gratis di banyak website penunjang ilmu mikorkontroler. Berikut adalah tampilan dari modul wifi ESP 8266 seperti pada Gambar 2.

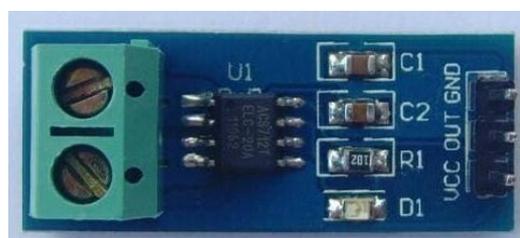
Dalam penelitian ini modul wifi akan sangat berperang untuk menunjang terbentuknya Internet of Things pada Sistem Monitoring yang dirancang. Adanya modul wifi akan memberikan koneksi antara smartphone (melalui aplikasi Blynk) dengan mikrokontroler arduino (Prameswari, 2022), dimana semua monitoring dilakukan oleh arduino yang sudah tersambung dengan sensor arus dan sensor tegangan.



Gambar 3. Sensor Tegangan 0-25V (DC)

Sensor Tegangan yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor tegangan 0-25V produk dari ichibot. Sensor ini sangat terjangkau dan cukup mudah untuk diintegrasikan. Dimensi pada sensor ini cukup kecil yaitu 25x13 mm dan dilengkapi dengan 3 pin seperti pada Gambar 3. Ketiga pin tersebut disambungkan dengan perangkat mikrokontroler yaitu input, output dan pin analog yang akan mentransfer nilai tegangan ke arduino. Sedangkan lubang VCC dan GND disambungkan dengan perangkat yang akan dibaca nilai tegangannya.

Modul ini Bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor, dimana tegangan input yang dibaca pada output modul ini pembagian 5 terhadap tegangan input. ncontoh : njika tegangan yang ingin di deteksi pada modul ini adalah 30V DC, maka output dari modul ini adalah $30/5 = 6V$ DC. Perlu diperhatikan, jika menggunakan arduino yang bekerja pada 5V DC, maka tegangan maksimum yang ingin dideteksi adalah $5v \times 5 = 25V$ DC. hal ini untuk menghindari input arduino melebihi 5V (tegangan dimana arduino bekerja). Sama hal nya dengan arduino yang bekerja dengan 3.3V DC, maka tegangan input yg ingin dideteksi, maksimal adalah $3.3V \times 5 = 16,5V$ DC (Baskoro, 2021).



Gambar 4. Sensor Arus ACS 712

Sensor Arus yang digunakan dalam penelitian ini adalah type ACS 712. Sensor jenis ini cukup mungil namun juga cukup handal, dengan spesifikasi sebagai berikut: Memiliki sinyal analog dengan *low-noise* atau gangguan rendah, *bandwidth* 80 kHz, untuk *output* memiliki error 1.5% pada $T_a = 25^\circ C$, range sensitivitas antara 66 – 185 mV/A, memiliki resistansi sebesar 1.2 m Ω , dan tegangan kerja pada 5.0 V (Marbun, 2021).

Spesifikasi tersebut memberikan banyak informasi tentang keakuratan dari sensor jenis ACS

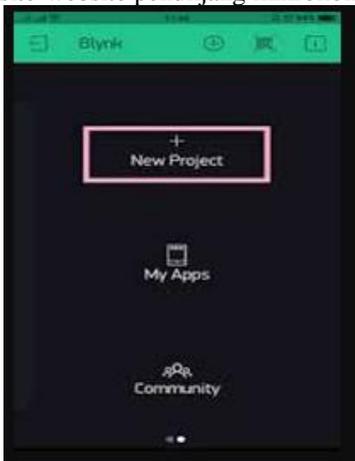
ini, dengan low noise maka bisa dipastikan arus akan terbaca dengan mudah. Sensor jenis ini memiliki 3 varian dengan masing-masing varian dapat dibedakan dari besarnya arus yang bisa diukur dalam penelitian ini digunakan varian ACS712ELCTR-05B-T jangkauan pengukuran = ± 5 A. Pengaturan pin dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.

Modul ACS712	Arduino
VCC	+5V
GND	GND
OUT	A0

Gambar 5. Interface antara Arduino dengan Sensor Arus ACS712

Kedua sensor ini akan membaca nilai arus dan tegangan dari panel surya kemudian mengirimkan ke arduino, dan dengan bantuan modul wifi, arduino bisa tersambung dengan aplikasi Blynk pada smartphone user.

BLYNK adalah platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module *Arduino*, *Raspberry Pi*, *ESP8266*, *WEMOS D1*, dan module sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini banyak dikembangkan sebagai penunjang sistem IOT karena dapat di download secara gratis pada OS Mobile (baik Android maupun IOS). Agar aplikasi Blynk dapat terhubung dengan Arduino maka dibutuhkan sebuah file library yaitu *ESP8266Wifi.h* dan library *BlynkSimpleEsp8266.h*. Kedua libabry ini bisa didapatkan dengan mudah pada website-website penunjang mikrokontroler.

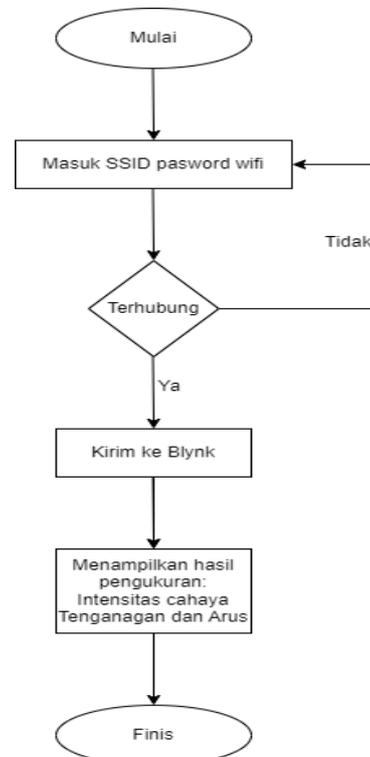


Gambar 6. Aplikasi Blynk

Cara mengakses aplikasi ini, dapat langsung melalui arduino IDE dan melihat responnya pada aplikasi Blynk pada smarphone user. Perlu diketahui bahwa tampilan aplikasi Blynk setelah didownload akan seperti pada Gambar 6, tampilan ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan user. Lebih tepatnya, tampilan aplikasi ini bisa diubah dan dimodifikasi tergantung dari keperluannya.

2.2 Perancangan Software

Perancangan *software* mencakup pengkodean *Arduino Uno R3*, Sensor Arus, Sensor Tegangan dan Integrasi modul wifi *ESP8266*. Dimana *Arduino Uno R3* akan mendapatkan data dari sensor yang telah terhubung dan mengirimkan data pada aplikasi *Blynk* melalui modul wifi *ESP8266*. Gambar 8 adalah *flowchart* sistem *Prototype* Sistem Monitoring Tegangan dan Arus pada Panel Surya Berbasis *Internet of Things*:



Gambar 8. Flowchart Sistem

3. PEMBAHASAN

Dalam Bab ini, akan ditampilkan beberapa informasi terkait hasil uji *Prototype* sistem monitoring serta tampilan aplikasi *Blynk* yang sudah berjalan.

3.1 Tampilan Aplikasi Blynk

Gambar 9 adalah tampilan dari aplikasi *Blynk* pada *smartphone* di penelitian ini. Pada aplikasi *Blynk* muncul hasil pembacaan sensor arus dan tegangan yang sama dengan serial pada *arduino*. Nilai yang muncul pada aplikasi ini akan dibandingkan dengan nilai yang muncul pada *Avometer* untuk mengetahui tingkat kehandalan kinerja sensor arus dan tegangan yang telah dirancang.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi Blynk

3.2 Hasil Uji Prototype Terhadap Tegangan 5V

Berikut adalah hasil Uji *Prototype* Sistem Monitoring seperti terlihat pada Tabel 2, ketika Sensor Tegangan dihubungkan dengan Sumber Tegangan 5V dari Laptop maka hasil yang diperoleh adalah:

Tabel 2. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian ke-	AVO	Blynk
1	5V	5V
2	5V	4.98V
3	5V	5V
4	5V	4.79V
5	5V	5V

Dari pengujian ini diperoleh nilai perhitungan error yang sangat kecil, Gambar 10 adalah rangkaian yang dihubungkan dengan laptop dan belum dihubungkan dengan panel, terlihat dari tabel 4.1 bahwa hasil pengukuran tegangan cukup akurat dan tidak berbeda antara pengukuran menggunakan AVO dan sensor tegangan yang digunakan dengan perhitungan Error MAPE adalah $\pm 2\%$. Untuk menghitung presentase kesalahan dapat menggunakan perhitungan (MAPE) Mean Absolute Percentage Error agar mendapatkan hasil kelayakan alat. Persamaan 1 adalah rumus perhitungan error dengan MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \quad (1)$$

Keterangan:

Y_t = nilai aktual

\hat{Y}_t = nilai *forecast*

Tabel 3 adalah hasil pengujian arus oleh AVO dan Sensor arus ACS712, dimana dari data tersebut juga diketahui bahwa nilai error untuk pembacaan arus adalah sekitar 2.6% dengan perhitungan MAPE. Hasil perhitungan cukup akurat karena tidak ada beban yang disambungkan, dan output dari Laptop pada umumnya bersifat sangat ideal sehingga kemungkinannya terjadinya arus yang terbuang atau

kebocoran arus sangat kecil, jika laptop yang digunakan dalam kondisi baik.



Gambar 10. *Prototype* Rangkaian Alat

Tabel 3. Pengujian Sensor Arus

Pengujian ke-	AVO	Blynk
1	0.262A	0.202A
2	0.232 A	0.202A
3	0.232 A	0.202A
4	0.252 A	0.202A
5	0.262 A	0.202A

3.3 Hasil Uji Baterai 9 V

Pada pengujian ini, arduino dan sensor dihubungkan dengan baterai 9V, 1 LED dan 1 Resistor berukuran 300 Ohm. Dalam pengujian sensor arus digunakan beban berupa lampu LED 5V. Resistor digunakan untuk membatasi arus yang masuk pada LED 5V agar tidak terbakar karena tegangan input yang digunakan adalah 9V. Resistor dan Led dihubungkan secara langsung dengan tegangan sumber sebesar 9V, jika ingin digunakan tegangan dari Arduino sebesar 5V hendaknya nilai resistansi diperkecil agar nyala LED bisa maksimal, yaitu sekitar 100 Ohm. LED yang digunakan dalam pengujian ini adalah LED berwarna putih dengan spesifikasi tegangan input 3V dan arus yang diizinkan adalah tidak lebih dari 200 mA. Berikut adalah cara untuk menghitung nilai resistansi yang digunakan untuk rangkaian LED:

$$R = \frac{V_s - V_d}{I} \quad (2)$$

Dimana: R = Nilai Resistansi yang dibutuhkan

V_s = Tegangan Sumber

V_d = Tegangan Kerja LED

I = Arus LED

Dari pengujian tersebut didapatkan hasil pembacaan sensor arus dan tegangan seperti pada Tabel 4. Pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai error yang dihasilkan oleh sensor tegangan adalah

2.96%, sedangkan untuk sensor arus adalah ($\pm 1-3$)%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor arus dan tegangan dapat bekerja dengan baik dan akurat berdasarkan analisa Error MAPE. Tegangan dan arus yang dihasilkan baterai yang tidak maksimal disebabkan oleh beberapa faktor yang pada umumnya memang sering terjadi, seperti arus bocor pada baterai, banyaknya kabel jumper yang digunakan, serta toleransi error dari masing-masing sensor dan juga mikrokontroler yang digunakan.

Tabel 4. Hasil Uji Monitoring Terhadap baterai 9V

Pengujian ke-	Tegangan (V)		Arus (A)	
	AVO	Blynk	AVO	Blynk
1	8.78	7.8	0.24	0.23
2	8.78	8.70	0.23	0.23
3	8.78	8.82	0.3	0.26
4	8.90	8.90	0.25	0.3
5	8.78	7.8	0.2	0.23

3.4 Hasil Uji Panel Surya 20 Watt

Pada penelitian ini panel surya yang digunakan adalah Panel Surya Mitsyuma Panel 20W Polycrystalline. Panel jenis ini mampu menghasilkan daya sampai 20 watt, hanya saja dalam penelitian ini daya yang dihasilkan oleh panel surya tidak diperhitungkan, karena penelitian hanya fokus untuk memonitoring nilai arus dan tegangan yang bekerja pada suatu sistem agar dapat dideteksi kerusakannya. Tabel 5 adalah hasil pembacaan nilai arus dan tegangan pada Panel Surya Mitsyuma 20 Watt.

Tabel 5. Hasil Uji Monitoring Panel Surya

Pengujian ke-	Tegangan (V)		Arus (A)	
	AVO	Blynk	AVO	Blynk
1	18.01	17.78	1.41	1.41
2	17.78	18.0	1.38	1.35
3	18.0	17.98	1.40	1.39
4	18.0	17.98	1.27	1.35
5	17.98	18.0	1.41	1.39

Berdasarkan Tabel 5 di atas dapat disimpulkan bahwa panel surya dapat bekerja dengan baik, tidak ada kerusakan, dan masih menghasilkan nilai arus dan tegangan yang ideal. Percobaan ini bisa jadi menghasilkan nilai yang berbeda jika panas matahari tidak bisa diterima secara maksimal. Dalam penelitian ini, matahari dapat diterima dengan maksimal karena panel berada di atas lantai 3 Gedung Lab Terpadu UNIPMA, dengan kondisi cuaca yang terang dan pengambilan sampel pada siang hari jam 12.30. Berdasarkan spesifikasi Produk searusnya meski

cucu mendung sensor ini tetap memberikan hasil yang baik, namun dalam penelitian ini, tidak dilakukan pengambilan sampel pada saat cuaca mendung, karena penelitian hanya berfokus pada monitoring arus dan tegangan. Dari hasil tersebut diperoleh nilai perhitungan MAPE untuk sensor arus dan tegangan adalah $\pm 2\%$. Gambar percobaan panel Surya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Prototype Monitoring Panel Surya berbasis IOT

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa di atas maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran seperti di bawah ini.

4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian Sistem Monitoring Arus dan Tegangan pada Panel Surya berbasis Internet of Things dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Prototype* yang telah dibangun dapat bekerja dengan maksimal yang ditandai dengan munculnya nilai arus dan tegangan pada Smartphone melalui aplikasi Blynk
2. Aplikasi Blynk dapat menampilkan data secara *realtime* dengan analisa perhitungan Error MAPE antara AVO meter dengan Sensor Arus dan Tegangan yang tampil pada aplikasi Blynk maksimal adalah sebesar 2%
3. Berdasarkan hasil monitoring, semua sumber daya yang digunakan dapat bekerja dengan baik, dengan selisih nilai tegangan dan arus kerja yang relatif sangat kecil dari nilai yang sesungguhnya.

4.2 SARAN

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya dalam melakukan penelitian diantaranya:

1. Mengurangi Jumper pada prototype sehingga alat lebih ringkas dan hasil pembacaan lebih akurat.
2. Perobaan pengambilan sampel panel surya tidak dilakukan dalam 1 waktu, tapi dalam beberapa waktu dalam kondisi sinar matahari yang berbeda-beda dengan ketinggian tempat yang berbeda-beda pula.

REFERENSI

- Adi, P. (2020). *Perancangan Sistem Monitoring Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-grid Berbasis Arduino*. Univeristas Mataram: Doctoral Dissertation.
- Ali, M. &. (2020). Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Energi Bersih yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 68-67.
- Apriyani, Y. (2021). Monitoring Arus dan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Internet Of Things. *JATISI*, 8(2),889-895.
- Arwanda, D. (2017). *Monitoring Output dan Pencatatan Data Pada Panel Surya Berbasis Miktokontroler*. Politeknik Negeri Sriwijaya: Doctoral Dissertation.
- Assidiq, H. (2018). Studi Pemanfaatan Energi matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Berbasis sel Fotovoltaik untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik rumah sederhana Daerah Terpencil. *Al Jazari*, 3(2).
- Baskoro, F. F. (2021). Monitoring Arus, Tegangan, dan Suhu pada Prototype Thermoelectric Generator Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 137-144.
- Budiharto, W. (2020). *Menguasai Pemrograman Arduino dan Robot*. Jakarta: CV Pusat e-Technology.
- Jufrizel, J. &. (2017). Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri*, 430-436.
- Marbun, M. &. (2021). Pembuatan Alat Ukur Resistivitas dengan Sistem Sensor Tegangan dan Sensor Arus ACS712 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *Jurnal Mekanova*, 7(2).
- Pawitra, A. K. (2020). Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali menuju Target Kapasitas 108 MW tahun 2025. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 181.
- Prameswari, L. L. (2022). Rancang Bangun Rumah Pintar dengan Google Assistant menggunakan NodeMCU berbasis Internet of Things. *ELECTRA*, 3(1),28-34.
- Purwanto, S. (2021). Pengembangan Sistem Pengaturan Suplai Beban (Ats) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Beebasikan Mikrokontroler. *KILAT*, 10(2), 261-271.
- Susilo, D. S. (2021). Sistem Kendali Lampu pada Smart Home Berbasis IOT (Internet of Things). *ELECTRA*, 2(1), 23-30.
- Syahwil, M. &. (2021). Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum di Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 3(1), 26-35.