

---

## RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING BERBASIS IOT PADA PANEL SURYA 20 WP MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560

Tri Ongko Priyono, Guntur Prasetyo

Abstrak - Matahari merupakan salah satu energi baru terbarukan yang cukup melimpah di Indonesia karena berada di garis khatulistiwa. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang mampu memanfaatkan energi dari matahari. Panel surya adalah media atau alat yang tepat untuk memanfaatkan energi matahari supaya dapat diubah menjadi energi listrik. Selain dapat memenuhi kebutuhan permintaan energi listrik, energi dari matahari juga merupakan energi yang ramah terhadap lingkungan. Supaya dapat memenuhi kebutuhan energi listrik menggunakan panel surya, dibutuhkan sistem monitoring untuk memantau tegangan, arus dan daya listrik yang dihasilkan. Dengan adanya sistem monitoring, dapat menambahkan perangkat atau peralatan untuk memaksimalkan hasil energi pada panel surya dari data sistem monitoring. Namun apabila sistem monitoring dilakukan dengan cara mengukur tegangan dan arus langsung pada panel surya, tidak efisien secara waktu dan tenaga karena mengharuskan setiap pengukuran harus ke panel surya tersebut. Untuk mengatasi masalah ini, penulis membuat rancang bangun sistem monitoring berbasis IoT menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560. Dimana sistem ini mampu membaca tegangan, arus dan daya listrik pada panel surya melalui smartphone dan komputer, sehingga memudahkan saat membutuhkan data pengukuran tanpa perlu mengukur ke panel surya. Sistem ini menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 dan modul ESP8266 untuk menghubungkan ke jaringan internet wifi, sedangkan untuk pengukuran tegangan dan arus menggunakan sensor ACS712 dan DC Voltage Sensor. Supaya hasil pengukuran dapat ditampilkan pada smartphone dan komputer menggunakan platform yang bernama Blynk. Pengujian dilakukan menggunakan panel surya berkapasitas 20 WP selama 3 hari mulai pukul 10.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB. Berdasarkan pengujian, menghasilkan persentase selisih antara pengukuran menggunakan multimeter dengan monitoring pengukuran menggunakan aplikasi blynk untuk selisih tegangan sebesar 0,65%, selisih arus sebesar 0,91% dan selisih daya listrik 0,93%. Sehingga didapatkan hasil sistem monitoring panel surya berbasis IoT menggunakan arduino mega 2560 dapat mengukur tegangan, arus dan daya listrik dengan selisih pengukuran tidak melebihi 1% dari pengukuran menggunakan multimeter.

Kata Kunci : Panel Surya, Monitoring, Mikrokontroler, Sensor dan Blynk.

*Abstract - The sun is one of the new renewable energies that is quite abundant in Indonesia because it is located on the equator. For that we need a system that is able to utilize energy from the sun. Solar panels are the right medium or tool for utilizing solar energy so that it can be converted into electrical energy. Besides being able to meet the demand for electrical energy, energy from the sun is also energy that is friendly to the environment. In order to meet the needs of electrical energy using solar panels, a monitoring system is needed to monitor the voltage, current and electrical power generated. With a monitoring system, you can add devices or equipment to maximize energy yields on solar panels from monitoring system data. However, if the monitoring system is carried out by measuring the*

---

*voltage and current directly on the solar panel, it is inefficient in terms of time and energy because it requires that every measurement must go to the solar panel. To overcome this problem, the authors design an IoT-based monitoring system using an Arduino Mega 2560 microcontroller. Where this system is able to read voltage, current and electrical power on solar panels via smartphones and computers, making it easier when you need measurement data without the need to measure to the solar panel. This system uses an Arduino Mega 2560 microcontroller and an ESP8266 module to connect to a wifi internet network, while for measuring voltage and current it uses the ACS712 sensor and DC Voltage Sensor. So that the measurement results can be displayed on smartphones and computers using a platform called Blynk. The test was carried out using a solar panel with a capacity of 20 WP for 3 days starting at 10.00 WIB until 15.00 WIB. Based on the test, it produces the percentage difference between measurements using a multimeter and monitoring measurements using the blynk application for a voltage difference of 0.65%, a current difference of 0.91% and a difference in electrical power of 0.93%. So that the results of the IoT-based solar panel monitoring system using Arduino Mega 2560 can measure voltage, current and electrical power with a measurement difference of not exceeding 1% of measurements using a multimeter.*

Keywords: Solar Panels, Monitoring, Microcontrollers, Sensors and Blynk.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada saat musim kemarau tentunya ada sinar matahari yang membuat suhu menjadi naik. Untuk memanfaatkan energi panas matahari tersebut ialah dengan membuat energi panas matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Pemanfaatan energi panas matahari ini sangat perlu karena Indonesia menurut KESDM tahun 2012 terletak di garis katulistiwa sehingga Indonesia mempunyai potensi sumber energi matahari yang memiliki intensitas radiasi matahari dengan nilai rata-rata sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari atau apabila dalam satuan panel surya setara dengan 112.000 GWp[1].

Dengan adanya pemanfaatan energi panas matahari menjadi energi listrik, maka diperlukan sistem monitoring. Sistem monitoring tersebut bertujuan untuk mengetahui secara langsung dan real time pada parameter arus, tegangan yang

dihasilkan supaya dapat terpantau arus ataupun tegangannya. Sistem monitoring ini dapat memudahkan manusia atau operator untuk memantau arus dan

tegangannya melalui komputer ataupun smartphone.

## 2. TEORI DASAR

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Ada beberapa sumber energi baru terbarukan dan salah satu yang paling populer atau yang paling sering didengar adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau disingkat PLTS. Pembangkit ini memanfaatkan sumber energi matahari dalam bentuk cahaya atau sinar matahari dengan cara mengubah cahaya atau sinar matahari tersebut menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh manusia. Pemanfaatan energi dari matahari ini

dibagi menjadi dua bentuk, yaitu pemanfaatan energi panas dari matahari dan pemanfaatan energi cahaya dari matahari. Hal ini menjadikan sistem pemanfaatan energi matahari dibagi menjadi dua, yaitu sistem tenaga panas matahari atau sering disebut solar thermal dan sistem pembangkit listrik tenaga surya atau sering disebut PLTS.

## 2.2 Panel Surya.

Kumpulan sel surya yang ditata dan disusun disebut panel surya. Sel surya ditata dan disusun bertujuan agar lebih efektif dalam menyerap sinar atau cahaya matahari. Dan sel surya yang bertugas menyerap sinar matahari. Sel surya dapat mengubah cahaya atau sinar matahari menjadi energi listrik karena terdiri dari berbagai komponen photovoltaic[2].

Jumlah sel surya yang ditata atau disusun menjadi sebuah panel surya berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan. Jadi, semakin banyak sel surya yang ditata atau disusun dalam sebuah panel surya, maka semakin banyak juga cahaya atau sinar matahari yang dapat dikonversi menjadi energi listrik atau semakin banyak pula energi listrik yang dihasilkan dari panel surya[3].

Untuk menentukan panel surya yang tepat, berikut adalah jenis-jenis dari panel surya :

1. *Monocrystalline Silicon PV Module*. Merupakan panel surya dengan bahan material batangan kristal silikon murni yang diris tipis-tipis serta identik dengan ruang kosong berbentuk bulat atau segi enam pada tiap kepingan sel suryanya[4]. Harganya relatif mahal dibandingkan dengan sel surya lainnya dikarenakan bahan dan teknologi yang digunakan. Jenis ini memiliki efisiensi sekitar 15% - 20% menjadikan sel paling

efisien diantara sel surya lainnya[5].

2. *Polycrystalline Silicon PV Module*. Merupakan panel surya berbahan dasar batang kristal silikon yang dicairkan. Berbentuk persegi dengan susunan yang rapi dan tanpa celah seperti monocrystalline. Memerlukan luas permukaan yang besar. Harganya murah karena proses pembuatannya yang mudah serta memiliki tingkat efisiensi sekitar 13% - 16%[6].
3. *Amorphous Silicon PV Module*. Penggunaan sel surya Amorphous Silicon ini awalnya diterapkan untuk kalkulator hingga berkembang seiring berjalannya waktu. Masing-masing sel tipis-film yang ditumpuk diatas satu sama lain mampu menghasilkan frekuensi cahaya tertentu sehingga tingkat efisiensinya mencapai 6%-8%.

## 2.3 Arduino Mega 2560.

Arduino Mega 2560 ini ialah sebuah papan board yang berbasis mikrokontroler dan menggunakan mikrokontroler IC ATmega 2560. Sebelum itu, kita juga harus memahami pengertian dari mikrokontroler dan arduino[7].

Pada dasarnya, mikrokontroler adalah mikroprosesor atau IC (Integrated Circuit) atau chip yang digunakan untuk instrumentasi dan kendali arduino dan juga memiliki kemampuan mengolah data maupun instruksi yang dapat diprogram melalui komputer[8]. Sedangkan arduino adalah papan rangkaian elektronik atau board open source yang terdapat sebuah chip mikrokontroler sebagai komponen utama dari arduino tersebut. Dan kemudahannya untuk menggunakan arduino, kita hanya perlu menghubungkan

arduino ke PC atau komputer dengan menggunakan kabel US[9].

#### **2.4 Sensor Tegangan DC (DC Voltage Sensor)**

Modul sensor tegangan DC atau DC voltage sensor ialah sebuah sensor tegangan yang dapat mengukur tegangan. Pada rancang bangun sistem monitoring ini, penulis menggunakan modul 0-25 Volt DC voltage sensor yang berarti tegangan input pada sensor ini berkisar 0 Volt sampai 25 Volt. Prinsip kerja dari sensor tegangan DC ini adalah dengan prinsip pembagi tegangan resistor, maksudnya ialah tegangan input yang dibaca pada output sensor tegangan DC ini pembagian 5 terhadap tegangan input[10].

#### **2.5 Sensor Arus ACS712**

Modul sensor arus ACS712 adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk membaca nilai arus pada beban DC maupun AC. Prinsip kerja dari sensor arus ACS712 ini adalah arus yang mengalir melalui kabel tembaga yang ada di dalam sensor tersebut menghasilkan suatu medan magnet dan medan magnet itu ditangkap oleh IC kemudian diubah menjadi tegangan proporsional. Pada modul sensor arus ACS712 ini mempunyai 3 varian atau jenis berdasarkan nilai arusnya, yaitu 5 A, 20 A dan 30 A[11].

#### **2.6 Sensor Cahaya LDR**

Sensor cahaya LDR atau Light Dependent Resistor adalah suatu resistor yang peka terhadap cahaya atau sinar. Prinsip kerja dari sensor LDR adalah ketika sensor menerima cahaya atau sinar terang, maka resistansi dari sensor menjadi kecil dan begitu sebaliknya apabila cahaya yang diterima redup, maka resistansi dari sensor menjadi semakin besar[12].

#### **2.7 Solar Charge Controller (SCC)**

Setelah panel surya menerima cahaya sinar matahari dan mengubah sinar tersebut menjadi energi listrik, maka energi listrik yang dihasilkan langsung disimpan ke dalam aki atau baterai dan disini memerlukan Solar Charge Controller (SCC). Solar Charge Controller atau disingkat SCC adalah sebuah alat yang fungsi sederhananya adalah mengisi arus listrik searah atau arus listrik DC ke dalam aki ataupun baterai.

#### **2.8 Baterai**

Baterai merupakan sebuah penyimpanan energi yang dapat mengubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik pada perangkat elektronik. Hampir seluruh perangkat elektronik portabel menggunakan baterai untuk sumber energi listriknya, seperti handphone, laptop dan sebagainya. Kapasitas baterai pada umumnya dinyatakan dalam satuan Ampere hour atau disingkat Ah. Nilai kapasitas tersebut menunjukkan nilai arus yang dapat.

#### **2.9 Pengertian Monitoring**

Monitoring merupakan suatu proses yang terintegrasi dengan tujuan memastikan bahwa suatu proses berjalan sesuai rencana yang ditargetkan. Untuk memastikan suatu proses berjalan dengan lancar dan sesuai rencana, maka perlu dilakukannya proses pengecekan secara berkala dan rutin atau bisa disebut dengan memonitoring suatu proses.

#### **2.10 Pengertian IoT (Internet of Things)**

Internet of Things atau sering disingkat IoT merupakan suatu jaringan yang dapat menyatukan dunia virtual teknologi informasi dengan benda nyata yang ada di dunia nyata atau benda yang dapat dilihat oleh mata. Prinsip kerja dari IoT dengan cara bekerja mengambil data dari pembacaan oleh sensor yang telah

dihubungkan pada benda nyata di dunia nyata kemudian data tersebut dikirimkan ke server. Lalu server ini menyimpan data dan menampilkan data atau informasi pada aplikasi yang terhubung[14].

**2.11 Peralatan Sistem Monitoring pada Penelitian**

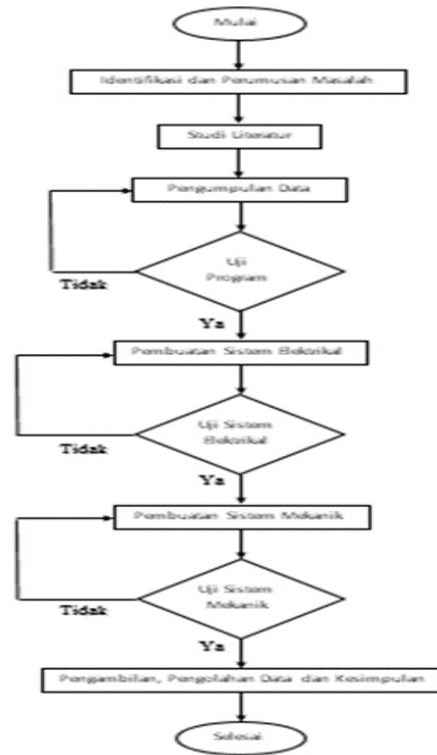
Peralatan dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Panel surya jenis monocrystalline 20 WP.
2. Arduino Mega 2560.
3. Sensor Tegangan DC ( DC Voltage Sensor) dengan ukuran 0-25 Volt.
4. Sensor Arus ACS712 dengan kapasitas arus 5 A.
5. Sensor Cahaya LDR.
6. Solar Charge Controller dengan tegangan 12 Volt dan arus 10 A.
7. Baterai jenis SMT127 dengan tegangan 12 Volt kapasitas 7,5 Ah.
8. Box panel indoor dengan ukuran 30 x 40 cm.
9. Kabel NYAF 0,5 mm.

**3. METODE PENELITIAN**

**3.1 Diagram Alur Penelitian.**

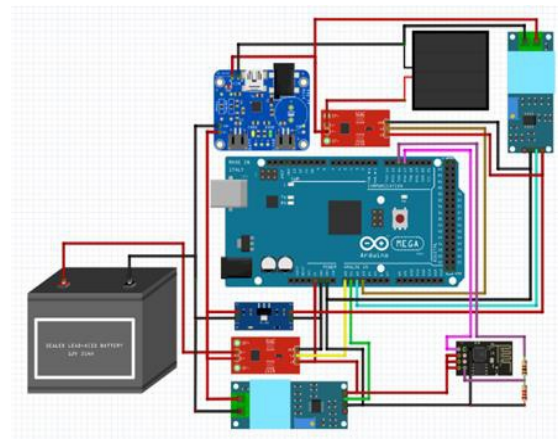
Secara umum langkah penelitian ini akan ditampilkan dalam diagram pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

**3.2 Perancangan Sistem Elektrikal**

Dalam sistem elektrikal ini memiliki tiga alur kerja, yaitu input, proses pengolahan data dan output. Dan pada perancangan sistem elektrikal ini dibuatkan gambar wiring atau gambar rangkaian elektrikalnya seperti Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Wiring Rangkaian Sistem Monitoring Panel Surya

### 3.3 Perancangan Sistem Program Monitoring

Supaya sistem monitoring ini dapat terhubung pada smartphone maupun komputer, maka diperlukan pembuatan pemrograman. Untuk perancangan pemrograman sistem monitoring solar cell ini terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Inisialisasi Pin Input Sensor dan Konektivitas ESP8266.
2. Pengolahan Data Nilai Sensor.
3. Pengiriman Data ke Blynk.

### 3.4 Perancangan Monitoring pada Blynk

Setelah data yang akan dikirimkan menuju blynk telah selesai di proses di ESP8266, selanjutnya yaitu perancangan BLYNK. Untuk perancangan BLYNK ini terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Pembuatan Template. Pada tahap ini yaitu membuat template yang akan digunakan untuk menampilkan data data yang telah diolah ESP8266.
2. Pembuatan Data Streams. Pada tahap ini yaitu pembuatan data stream, dimana data streams ini yaitu pin pin virtual yang akan digunakan untuk pengiriman data nilai tegangan, arus, dan daya dari ESP8266 menuju BLYNK.
3. Pembuatan Web Dashboard. Pada tahap ini yaitu pembuatan web dashboard, dimana web dashboard ini digunakan sebagai tampilan monitoring solar cell.
4. Pembuatan New Device. Pada tahap ini yaitu pembuatan new device agar template yang telah dibuat dapat di hubungkan dengan ESP8266. Pada saat pembuatan new device harus memilih template yang telah dibuat sebelumnya.

### 3.5 Realisasi Alat dan Sistem

Peralatan yang dirancang dan direalisasikan untuk pembuatan rancang bangun sistem monitoring pada panel surya ini adalah panel surya jenis monocrystalline 20 WP, sensor arus ACS712 5A, sensor tegangan DC 0-25 V, Surya Charge Controller (SCC), converter step down 12V to 5V, baterai 12V, arduino mega 2560, ESP8266 dan *smartphone*. Setelah perencanaan selesai dan peralatan sudah siap, maka langkah selanjutnya adalah merangkai komponen sesuai perencanaan sehingga hasilnya sesuai seperti pada Gambar 3.3 dan tampilan pada *smartphone* pada Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Rangkaian Komponen Alat dan Sistem



Gambar 3.4 Tampilan Monitoring pada Smartphone.

#### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya pada Panel Surya

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan dan arus panel surya menggunakan multimeter. Dengan cara mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga nilai daya juga dapat diketahui dengan perhitungan. Pengukuran ini dilakukan dalam tiga hari yang berbeda, mengambil waktu dari jam 10:00 – 15:00 WIB. Pengukuran arus dan tegangan ini dilakukan pada panel surya seperti pada Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3.

**Tabel 4.1 Hasil pengukuran Panel Surya Hari Pertama**

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,6	0,70	10,92
10.30	15,8	0,75	11,85
11.00	16,3	0,81	13,2
11.30	16,7	0,85	14,2
12.00	17,0	0,91	15,47
12.30	16,9	0,92	15,55
13.00	16,4	0,99	16,24
13.30	15,8	0,88	13,9
14.00	15,1	0,70	10,57
14.30	14,5	0,68	9,86
15.00	14,3	0,64	9,15

**Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Panel Surya Hari Kedua**

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,2	0,71	10,79
10.30	15,5	0,76	11,78
11.00	15,5	0,77	11,94
11.30	16,3	0,87	14,18
12.00	16,5	0,89	14,69
12.30	16,1	0,82	13,2
13.00	16,4	0,83	13,61
13.30	16	0,8	12,8
14.00	15,8	0,77	12,17
14.30	15,5	0,78	12,09
15.00	14,8	0,71	10,51

**Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Panel Surya Hari ke tiga**

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,5	0,79	15,5
10.30	15,8	0,78	15,8
11.00	16,4	0,84	16,4
11.30	16,9	0,91	16,9
12.00	17	0,99	17
12.30	16,9	0,9	16,9
13.00	16,8	0,89	16,8
13.30	16,5	0,85	16,5
14.00	15,5	0,82	15,5
14.30	15,6	0,76	15,6
15.00	15,1	0,72	15,1

##### 4.2 Hasil Pengujian Data Monitoring

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan hasil pengukuran langsung menggunakan multimeter dan pengukuran data pada monitoring pada aplikasi Blynk. Kemudian selisih pembacaan dilakukan perhitungan tingkat akurasi. Hasil pengukuran pertama dan tampilan pada monitoring Blynk dapat dilihat pada Tabel 4.4. Untuk hasil pengujian kedua pada Table 4.5, dan yang ke tiga pada Tabel 4.6

**Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Ukur Hari Pertama**

Waktu	Multimeter			Monitoring Blynk		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,9	0,72	11,45	15,84	0,71	11,26
10.30	16,1	0,84	13,52	15,95	0,83	13,28
11.00	16,2	0,85	13,77	15,99	0,85	13,64
11.30	16,8	0,93	15,62	16,73	0,93	15,61
12.00	17	1,15	19,55	16,96	1,14	19,37
12.30	16,9	0,98	16,56	16,86	0,97	16,63
13.00	16,9	0,94	15,89	16,69	0,93	15,56
13.30	16,4	0,88	14,43	16,32	0,87	14,24
14.00	15,7	0,75	11,78	15,59	0,75	11,74
14.30	14,7	0,69	10,14	14,68	0,68	10,02
15.00	14,3	0,7	10,01	14,22	0,69	9,85
Rata-rata	16,09	0,857	13,88	15,98	0,85	13,75

Dengan selisih yang dihasilkan diantara kedua cara pengukuran, dapat dihitung persentase perbedaan antara pengukuran menggunakan multimeter dengan pengukuran menggunakan monitoring blynk seperti berikut ini :

**Selisih Pengukuran Tegangan :**

$$= \frac{\text{Pengukuran Tegangan} - \text{Tampilan Tegangan}}{\text{Pengukuran Tegangan}} \times 100\%$$

$$\text{Selisih Pengukuran Tegangan} = \frac{16,09 - 15,98}{16,09} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Pengukuran Teg.} = \mathbf{0,69\%}$$

**Selisih Pengukuran Arus :**

$$= \frac{\text{Pengukuran Arus} - \text{Tampilan Arus Blynk}}{\text{Pengukuran Arus}} \times 100\%$$

$$\text{Selisih Pengukuran Arus} = \frac{0,857 - 0,85}{0,857} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Pengukuran Arus} = \mathbf{0,82\%}$$

**Selisih Pengukuran daya :**

$$\frac{\text{Pengukuran Daya} - \text{Tampilan Daya Blynk}}{\text{Pengukuran Daya}} \times 100\%$$

$$\text{Selisih Pengukuran daya} = \frac{13,88 - 13,75}{13,88} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Pengukuran daya} = \mathbf{0,93\%}$$

**Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Ukur Hari Kedua**

Waktu	Multimeter			Monitoring Blynk		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,2	0,71	10,79	15,08	0,71	10,74
10.30	15,5	0,76	11,78	15,41	0,75	11,62
11.00	15,5	0,77	11,94	15,37	0,76	11,78
11.30	16,3	0,87	14,18	16,29	0,86	14,08
12.00	16,5	0,89	14,69	16,38	0,88	14,54
12.30	16,1	0,82	13,2	15,97	0,82	13,14
13.00	16,4	0,83	13,61	16,29	0,82	13,52
13.30	16	0,8	12,8	15,89	0,79	12,63
14.00	15,8	0,77	12,17	15,61	0,76	11,91
14.30	15,5	0,78	12,09	15,48	0,77	11,96
15.00	14,8	0,71	10,51	14,71	0,71	10,48
Rata-rata	15,78	0,791	12,52	15,68	0,784	12,4

**Selisih Pengukuran Tegangan (Data hari ke dua):**

$$\text{Selisih Pengukuran Tegangan} = \frac{15,78 - 15,68}{15,78} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Pengukuran Teg.} = \mathbf{0,64\%}$$

**Selisih Pengukuran Arus ( Data hari ke dua):**

$$\text{Selisih Pengukuran Arus} = \frac{0,791 - 0,784}{0,791} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Pengukuran Arus} = \mathbf{0,96\%}$$

**Selisih Pengukuran daya (Data hari ke dua):**

$$\text{Selisih Pengukuran daya} = \frac{12,52 - 12,40}{12,52} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Pengukuran daya} = \mathbf{0,96\%}$$

**Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Ukur Hari Ketiga**

Waktu	Multimeter			Monitoring Blynk		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,5	0,79	12,25	15,38	0,78	12,18
10.30	15,8	0,78	12,32	15,64	0,77	12,22
11.00	16,4	0,84	13,78	16,28	0,83	13,71
11.30	16,9	0,91	15,38	16,63	0,91	15,26
12.00	17,4	0,99	17,23	17,26	0,98	16,98
12.30	16,9	0,9	15,2	16,88	0,89	15,11
13.00	16,8	0,89	14,95	16,72	0,88	14,75
13.30	16,5	0,85	14,03	16,45	0,85	13,99
14.00	15,5	0,82	12,71	15,39	0,81	12,52
14.30	15,6	0,76	11,86	15,55	0,75	11,69
15.00	15,1	0,72	10,87	14,93	0,71	10,68
Rata-rata	16,21	0,84	13,68	16,11	0,832	13,56

**Selisih Pengukuran Tegangan (Data hari ke tiga):**

$$\text{Selisih Pengukuran Tegangan} = \frac{16,21 - 16,11}{16,21} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Pengukuran Teg.} = \mathbf{0,62\%}$$

**Selisih Pengukuran Arus ( Data hari ke tiga):**

$$\text{Selisih Pengukuran Arus} = \frac{0,84 - 0,832}{0,84} \times 100\%$$

Persentase Selisih Pengukuran Arus = **0,95 %**

**Selisih Pengukuran daya (Data hari ke tiga):**

$$\text{Selisih Pengukuran daya} = \frac{13,68 - 13,56}{13,68} \times 100\%$$

Persentase Selisih Pengukuran daya = **0,88 %**

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan pada pembuatan sistem monitoring berbasis IoT pada panel surya ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam rancang bangun ini, seluruh komponen beserta program berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan.
2. Pada saat monitoring tegangan panel surya selama tiga kali pengukuran, rata-rata nilai tegangan tertinggi pada pukul 12.00. Dan terbaca nilai tertinggi pada hari ketiga pukul 12.00 dengan besaran 17,4 Volt dan dapat menghasilkan daya listrik 17,23 Watt.
3. Nilai persentase selisih rata-rata yang dihasilkan selama tiga kali pengukuran panel surya menggunakan multimeter dengan pengukuran panel surya menggunakan monitoring blynk yaitu pada tegangan listrik panel surya sebesar 0,65%, pada arus listrik panel surya sebesar 0,91% dan pada daya listrik sebesar 0,93%.
4. Berdasarkan hasil data rata-rata selama tiga kali pengukuran, persentase selisih nilai terendah pada pengukuran tegangan panel surya sebesar 0,65%, sedangkan persentase selisih nilai tertinggi pada pengukuran daya listrik panel surya sebesar 0,93%. Sehingga persentase selisih pengukuran antara pengukuran menggunakan multimeter dengan pengukuran menggunakan

monitoring blynk pada panel surya tidak melebihi dari 1%.

5. Pengukuran menggunakan monitoring blynk menghasilkan nilai pengukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan pengukuran menggunakan multimeter dengan tingkat persentase selisih tidak melebihi dari 1%. Dengan persentase selisih pengukuran rendah, sistem monitoring ini lebih efisien dalam segi waktu dan tenaga sehingga dapat lebih optimal dalam memonitoring panel surya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM, Kementerian.2012.*Matahari Untuk PLTS di Indonesia*.URL : <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia>.Diakses pada tanggal 4 April 2022.
- [2] Kusuma, A.2020.*Pengertian dan Cara Kerja Panel Surya*.URL : <https://sanspower.com>.Diakses pada tanggal 1 April 2022.
- [3] Albahar, Abdul Kodir;Paiso, Lobes Syam.2020.*Analisa Perubahan Pada Cuaca Terhadap Tegangan Input Panel Surya 100 WP*.URL : <https://journal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/104/95>. Diakses pada tanggal 1 April 2022.
- [4] Wiharja,Ujang;Rifaldi,Ahmad.2021.*P erancangan PLTS Untuk Penerangan Listrik Kapal Perintis 750 DWT Dok Kodja Bahari*.URL : <https://journal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/401/337>. Diakses pada tanggal 19 Mei 2022.
- [5] Len.2010.*Len Monocrystalline*.URL : <https://len.co.id>.Diakses pada tanggal 02 April 2022.

- 
- [6] Len.2010.*Len Polycrystalline*.URL : <https://len.co.id>.Diakses pada tanggal 02 April 2022.
- [7] Nabil, N.2013.Definisi Arduino.*Tesis*.Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.
- [8] Priyono, Triongko; Idris, Novrian.2020. *Perancangan Instalasi Pada Sistem Automatic Phototherapy Berbasis Arduino*.URL : <https://journal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/111/101>. Diakses pada tanggal 19 Mei 2022.
- [9] Eda.2017.*Spesifikasi Arduino Mega 2560 Rev3*.URL : <https://eda-channel.com>.Diakses pada tanggal 03 April 2022.
- [10] Faudin, A.2017.*Cara Mengakses Sensor Tegangan 220V ZMPT101B*.URL : <https://nyebarilmu.com>.Diakses pada tanggal 04 April 2022.
- [11] Sudarto, A.2018.*Karakteristik Sensor Arus ACS712*.URL : <https://andalanelektro.id>.Diakses pada tanggal 04 April 2022.
- [12] Supatmi, Sri.2011.*Pengaruh Sensor LDR Terhadap Lampu*.URL : <https://repository.unikom.ac.id/30516/1/volume-82-artikel-5.pdf>.Diakses pada tanggal 03 April 2022.
- [13] Prabowo, Errik.2019.*Rancang Bangun Solar Station System Untuk Tanggap Darurat Bencana*.URL : <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15083/05.2%20bab%202.pdf?sequence=6&isAllowed=y>. Diakses pada 03 April 2022.
- [14] Setiawan, R.2021.*Memahami apa itu Internet of Things*.URL : <https://dicoding.com>.Diakses tanggal 03 April 2022.