

# **MONITORING PENGARUH SUHU TERHADAP TEGANGAN DAN ARUS YANG DIHASILKAN OLEH PANEL SURYA BERBASIS IOT**

**Damar Bagas Aji Putrayana; Bambang Hari Purwoto**  
**Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik**  
**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

## **Abstrak**

Kebutuhan energi listrik mengalami peningkatan yang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir karena pertumbuhan kawasan industri dan perumahan. Permintaan energi listrik tersebut disupply menggunakan pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil yang ketersediannya terbatas dan berdampak buruk terhadap lingkungan. Hal tersebut membuat sebagian masyarakat beralih menggunakan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Matahari merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan menjadi salah satu sumber energi terbarukan. Cahaya yang dihasilkan matahari dapat diubah menjadi energi listrik searah dengan memanfaatkan fenomena fotovoltaiik dari panel surya. Intensitas cahaya matahari menghasilkan panas sehingga suhu lingkungan sekitar juga meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring pengaruh suhu terhadap tegangan dan arus output dari panel surya. Sistem monitoring terdiri atas ESP8288 sebagai mikrokontroller yang terhubung dengan blynk sehingga sistem ini terkoneksi dengan internet. Sensor PZEM-017 digunakan untuk membaca arus dan tegangan output panel surya sedangkan sensor DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu lingkungan sekitar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi tegangan dan arus output panel surya. Saat suhu permukaan panel surya bernilai 32°C tegangan dan arus output panel surya bernilai kecil. Pada saat suhu permukaan panel surya bernilai 34°C tegangan dan arus output mencapai titik puncak. Sedangkan pada saat suhu menyentuh nilai 39°C tegangan dan arus output panel surya justru mengalami penurunan.

**Kata Kunci:** Monitoring, Panel Surya, Sensor PZEM-17, Suhu

## **Abstract**

The demand for electricity has increased quite rapidly in recent years due to the growth of industrial and residential areas. The demand for such electricity is supplied using power plants with limited availability of fossil fuels that have a negative impact on the environment. This has led some people to switch to more environmentally friendly renewable energy sources. The sun is a natural resource that can be utilized as one of the most renewable sources of energy. The light generated by the sun can be converted into direct electricity by exploiting the photovoltaic phenomenon of solar panels. The intensity of sunlight produces heat so that the ambient temperature also increases. The study aims to monitor the influence of temperature on voltage and output current of solar panels. The monitoring system consists of the ESP8288 as a microcontroller connected by the blynk so that the system is connected to the internet. The PZEM-017 sensor is used to read the current and voltage output of the solar panel while the DHT11 sensor functions to detect the ambient temperature. The results show that temperature affects the voltage and current output of solar panels. When the surface temperature of the solar panel is 32°C, the voltage and current output of the solar panel

are small. When the surface temperature of the solar panel is 34°C, the voltage and output current reach a peak point. Meanwhile, when the temperature touched a value of 39 ° C, the voltage and output current of the solar panel actually decreased.

**Keywords:** Monitoring, Solar Panel, PZEM-17 Sensor, Temperature

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik setiap tahun mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya populasi penduduk dan berkembangnya kawasan industri. Energi terbarukan merupakan salah satu pilihan alternatif untuk memenuhi permintaan energi listrik tersebut. Matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ketersediannya tidak terbatas. Cahaya matahari dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sehingga menghasilkan energi listrik tanpa bergantung pada pembangkit listrik dengan bahan bakar *fossil*.

Secara geografis negara Indonesia berada pada wilayah garis khatulistiwa, sehingga daerahnya beriklim tropis. Dengan kata lain, iklim tropis membuat matahari bersinar sepanjang tahun di sebagian besar wilayah Indonesia sehingga Indonesia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber pembangkit listrik tenaga surya. Proses perubahan cahaya matahari menjadi listrik menggunakan panel surya yang berbahan silikon. Daya output dari panel surya dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal. Seperti yang dinyatakan oleh Budhi Prasetyo (2018), "Intensitas matahari mempengaruhi daya output yang dihasilkan oleh panel surya. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya maka semakin besar daya output yang dihasilkan panel surya". Besarnya intensitas cahaya matahari berbanding lurus dengan meningkatnya temperatur lingkungan sekitar. Sehingga, semakin besar intensitas radiasi matahari maka suhu disekitarnya akan ikut meningkat sehingga panel surya akan menerima temperature yang cukup tinggi

Panel surya merupakan komponen listrik yang berfungsi sebagai media penerima cahaya matahari. Prinsip kerja panel surya dalam perubahan cahaya matahari menjadi energi listrik adalah dengan memanfaatkan efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* adalah konversi energi cahaya atau foton yang diterima oleh bahan semi-konduktor pada permukaan panel surya menjadi energi listrik. Selaras dengan pernyataan Asyari dan Irawan (2019), "Efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik ". Hasil pembangkitan energi listrik oleh panel surya berjenis energi listrik searah atau *Direct Current* (DC).

Perkembangan teknologi pada zaman modern ini memungkinkan untuk menghubungkan alat elektronik dengan internet atau lebih dikenal dengan *internet of things*. Penelitian yang dilakukan oleh Willianto dan Ade Kurniawan (2018) menyimpulkan bahwa sistem *internet of things* sangat baik bila dikembangkan di Indonesia untuk mengatasi beberapa masalah seperti mengefisienkan

waktu, tenaga, dan sebagainya sehingga membuat penggunaan energi semakin maksimal dan menyelesaikan masalah dengan teknologi.

Salah satu pemanfaatan *internet of things* adalah pengawasan secara *real-time* sehingga apabila terdapat perubahan nilai pada variable dapat diketahui dengan cepat. Penelitian yang dilakukan oleh Tole Sutikno, Jekson Alfahri dan Hendril Satrian Purnama (2023) menghasilkan sebuah sistem monitoring panel surya yang dapat menampilkan arus dan tegangan secara *real-time*. Sistem ini dikembangkan untuk mempermudah pengawasan daya output yang dihasilkan panel surya. Dalam pengembangannya sistem ini dapat dijadikan dasar pemantauan kesehatan sistem PLTS baik skala besar dan skala kecil.

Studi terdahulu oleh Bagas Suryanto dan Asnil (2021) tentang sistem monitoring panel surya berbasis website menghasilkan sebuah sistem yang dapat membaca karakteristik output panel surya secara langsung dengan memperhatikan keadaan lingkungan sekitar. Sistem ini bekerja cukup baik dengan data yang dihasilkan cukup akurat. Pengintegrasian suatu sistem dengan *internet of things* mempermudah pengawasan jarak jauh sehingga menghemat waktu dan energi. Penelitian tersebut membuktikan bahwa *internet of things* efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga.

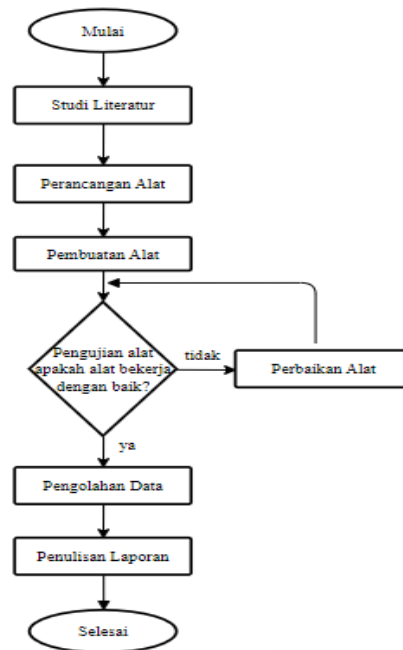
Penelitian lain oleh Fadlur Rohman dan Mohammad Iqbal (2016) menghasilkan suatu sistem monitoring panel surya berbasis *internet of things* yang dapat digunakan untuk memonitoring banyak panel surya sekaligus dengan penggunaan kouta data yang tidak terlalu besar. Dalam sistem ini, penggunaan kouta data internet diperlukan untuk menghubungkan sistem dengan internet sehingga pengawasan dapat dilakukan secara langsung. Sistem ini mempermudah pengawasan panel surya dengan skala yang cukup besar dan pengawasan dapat dilakukan secara jarak jauh

Berbekal teori dari penelitian-penelitian terdahulu, penulis ingin membuat sebuah sistem monitoring arus dan tegangan output yang dihasilkan panel surya berbasis *internet of things* dengan memperhatikan salah satu faktor eksternal yaitu suhu sekitar panel surya. Sistem ini bekerja dengan mengukur suhu sekitar menggunakan sensor DHT11 kemudian membaca tegangan dan arus output yang dihasilkan oleh panel surya. Data pengukuran akan dikirim menuju mikrokontroler ESP8266 lalu ditampilkan pada aplikasi Blynk sehingga monitoring dapat dilakukan secara langsung menggunakan smartphone. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pengawasan panel surya serta mengetahui pengaruh suhu sekitar terhadap tegangan dan arus output panel surya.

## **2. METODE**

Pembuatan alat monitoring pengaruh suhu terhadap tegangan dan arus panel surya berbasis IoT ini melalui beberapa tahapan yang ditunjukkan pada gambar .Penggunaan diagram alir

penelitian bertujuan agar proses pembuatan alat berlangsung secara urut sehingga apabila terjadi kegagalan dapat diidentifikasi dengan cepat.



Gambar 1. Diagram alir proses penelitian

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan alat antara lain:

#### 1. Studi Literatur

Dalam tahapan ini penulis melakukan riset mengenai topik yang diangkat sehingga penelitian yang penulis lakukan memiliki landasan teori ilmiah yang cukup dan memadai.

#### 2. Perancangan Alat

Setelah memiliki dasar-dasar teori yang memadai, selanjutnya melakukan perancangan alat. Proses perancangan dimulai dengan mengemukakan bagaimana prinsip kerja alat yang akan kita buat. Selanjutnya, mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan alat tersebut.

#### 3. Pembuatan Alat

Proses ini merupakan tahap dimana perakitan alat yang telah dikonsepskan. Seluruh komponen seperti sensor, mikrokontroller, panel surya dan lainnya dirakit sesuai dengan konsep rancangan.

#### 4. Pengujian Alat

Pengujian alat merupakan komponen penting karena melalui proses ini kinerja alat yang telah dibuat akan diuji apakah sesuai dengan standar yang kita inginkan. Apabila alat tersebut belum cukup baik maka harus dilakukan perbaikan.

#### 5. Penulisan Laporan

Penulisan laporan ini merupakan tahapan akhir penelitian. Setelah alat yang kita buat bekerja

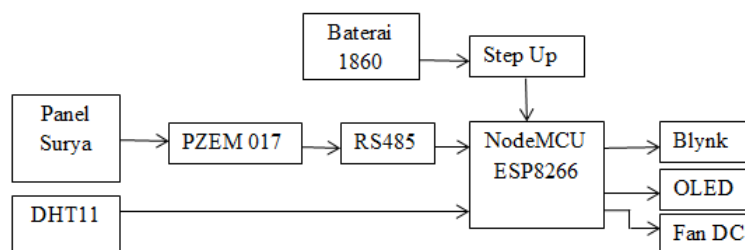
dengan baik dan sesuai dengan standar maka dari alat tersebut akan menghasilkan data-data yang berupa data numeric yang berasal dari sensor. Data-data tersebut akan diolah dan dianalisa untuk mengetahui kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

## 2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Pembuatan alat monitoring tegangan, arus dan suhu panel surya menggunakan *software* maupun *hardware* sebagai berikut:

- 1 Software yang digunakan adalah arduino IDE dan Blynk. Arduino IDE berfungsi untuk membuat program atau perintah yang dijalankan agar sistem monitoring panel surya dapat bekerja secara baik. Aplikasi Blynk berfungsi sebagai *interface* yang menampilkan data pengukuran dari semua sensor.
- 2 Hardware yang digunakan meliputi PCB (*Printed Circuit Board*) dengan jenis dot matriks untuk menghubungkan ESP8266 dengan seluruh komponen lainnya. Mikrokontroler ESP8266 digunakan sebagai pengendali utama dari sistem monitoring panel surya ini. Sensor PZEM-017 berfungsi mengukur tegangan dan arus output panel surya. Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu lingkungan di sekitar panel surya. IC RS485 merupakan alat komunikasi yang memudahkan pembacaan data oleh sensor PZEM-017. OLED digunakan untuk menampilkan data pembacaan sensor secara langsung. Sumber tegangan untuk ESP8266 menggunakan baterai 18650 yang dinaikkan tegangannya menggunakan modul *step up*.
- 3 Peralatan pendukung seperti solder, timah, multimeter, bor, tang, obeng kabel dan lem

## 2.2 Perancangan Sistem

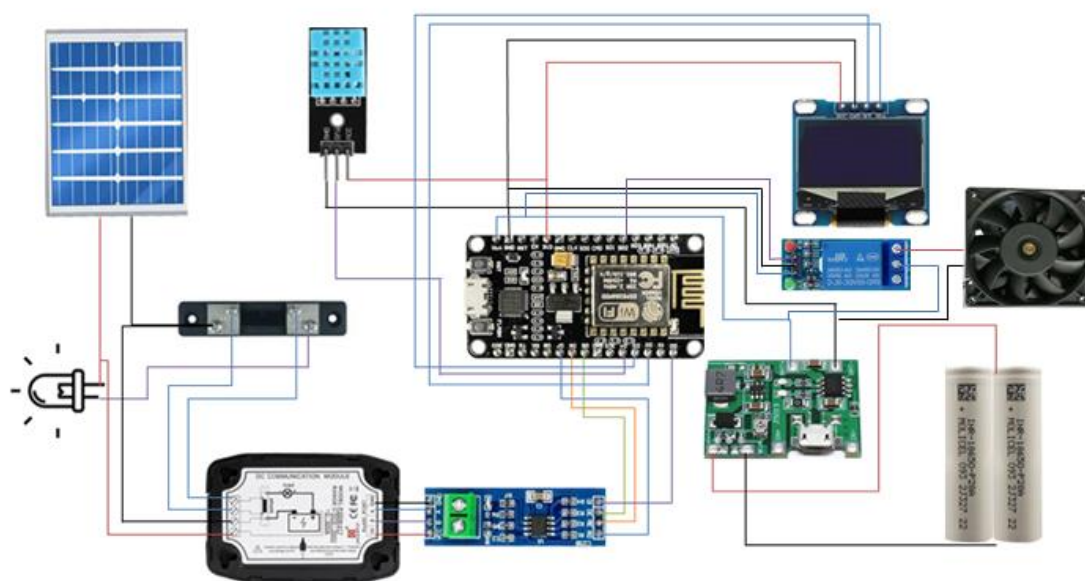


Gambar 2. Diagram blok sistem

Perancangan alat monitoring suhu, tegangan dan arus output panel surya diawali dengan membuat diagram blok seperti gambar di atas . Pembuatan diagram blok akan memberikan gambaran sederhana tentang bagaimana sistem akan bekerja, sehingga mempermudah pemahaman mengenai sistem monitoring ini. Selain itu, diagram blok akan mempermudah perakitan alat karena setiap komponen yang digunakan dalam pembuatan alat monitoring panel surya ditampilkan dengan alur

yang jelas. Rangkaian diawali dengan *supply* tegangan 5V yang dihasilkan dari baterai dan modul *step up* untuk menyuplai komponen seperti mikrokontroler dan ESP8266. Selanjutnya pembacaan arus dan tegangan output panel surya oleh sensor PZEM-017, kemudian data tersebut dikirim menuju mikrokontroler ESP8266 dengan bantuan IC RS485. Bersamaan dengan itu DHT11 akan membaca suhu permukaan panel surya, lalu data pembacaan suhu tersebut dikirim menuju ESP8266. Data yang diperoleh dari kedua sensor akan ditampilkan pada OLED dan juga aplikasi Blynk. Apabila suhu yang dibaca sensor DHT11 melebihi 35°C maka akan mengaktifkan kipas sebagai pendingin suhu permukaan panel surya.

### 2.3 Perancangan Elektrikal

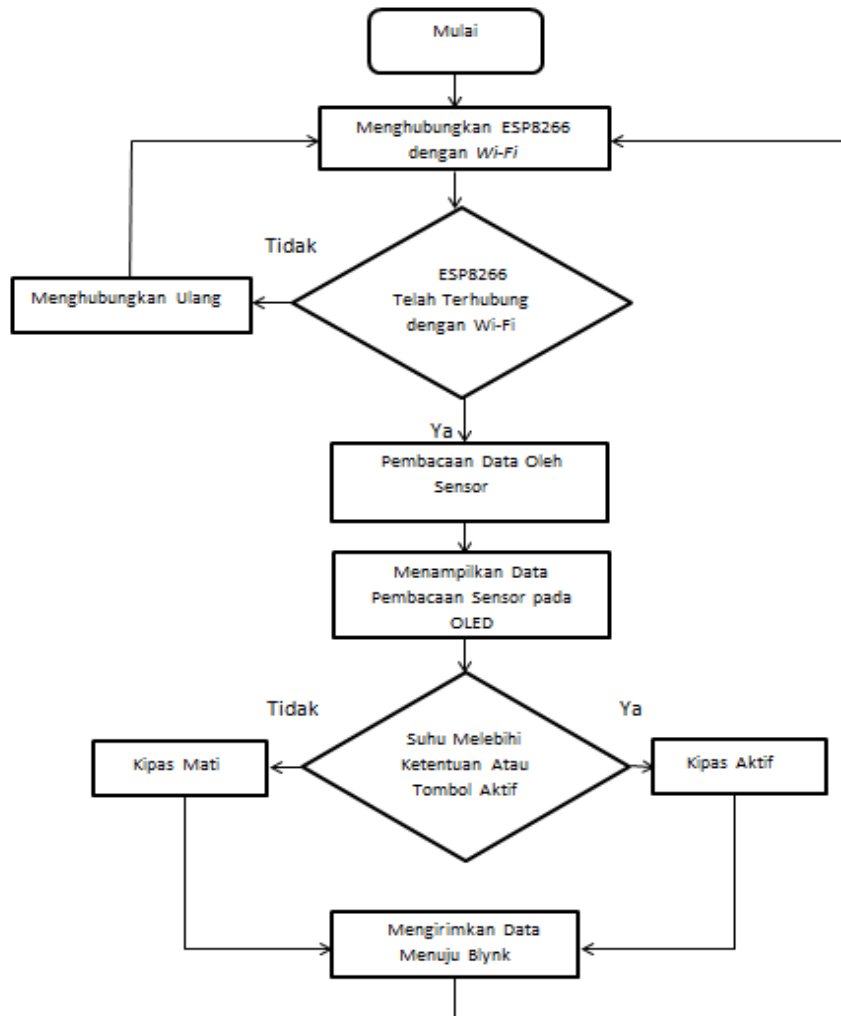


Gambar 3. Rangkaian skematik

Perancangan elektrikal merupakan tahap dimana setiap komponen yang digunakan dalam sistem monitoring ditampilkan secara lebih jelas beserta wiringnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Hal tersebut mempermudah instalasi setiap komponen yang akan digunakan dalam sistem alat monitoring yang akan dibuat. Pertama, 2 baterai 18650 3.3V yang dirangkai secara paralel dihubungkan dengan modul *step up* untuk menaikkan tegangan hingga menyentuh 5V. Tegangan 5V tersebut digunakan untuk menyuplai tegangan input yang dibutuhkan ESP8266 dan seluruh komponen agar dapat berfungsi dengan baik. ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan mengatur kinerja setiap komponen. Mikrokontroler ESP8266 akan dihubungkan menuju IC RS485 yang digunakan untuk membantu pembacaan arus dan tegangan oleh sensor PZEM 17. Sensor PZEM 17 dihubungkan dengan *shunt* dan panel surya agar tegangan dan arus yang mengalir dapat dibaca. ESP8266 juga terhubung dengan sensor DHT11 yang berfungsi mengukur suhu permukaan

panel surya kemudian data hasil pembacaan suhu akan digunakan sebagai dasar pengaktifan kipas. Selain itu ESP8266 akan terhubung dengan aplikasi Blynk sehingga sistem monitoring dapat dipantau secara *real-time* menggunakan *smartphone*.

#### 2.4 Perancangan Software



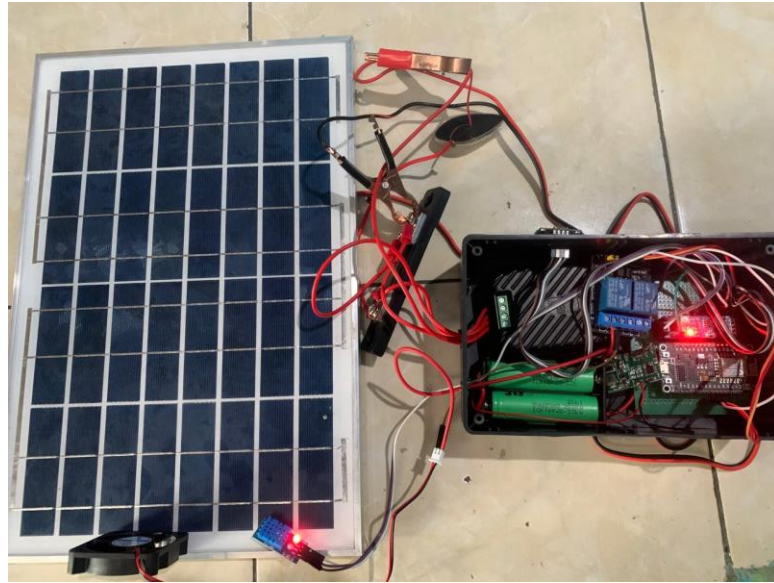
Gambar 4. Diagram alir sistem *software*

Gambar 4. merupakan diagram alir perancangan *software* yang menentukan bagaimana cara kerja dari aplikasi blynk beserta mikrokontroler ESP8266. Saat sistem dijalankan maka mikrokontroler ESP8266 akan terhubung dengan alamat *WiFi* sesuai dengan program yang dijalankan. Kemudian masuk ke percabangan untuk memastikan ESP8266 telah terhubung dengan *WiFi*. Apabila ESP8266 belum terhubung maka akan terjadi *looping* hingga berhasil terhubung dengan *WiFi*. Setelah ESP8266 berhasil terhubung dengan *WiFi* maka proses selanjutnya adalah pembacaan data oleh sensor. Data-data hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada OLED. Terdapat percabangan apabila suhu yang diukur oleh sensor melebihi batas yang ditentukan atau tombol pada Blynk diaktifkan maka kipas akan menyala bersamaan dengan lampu indikator kemudian data tersebut akan

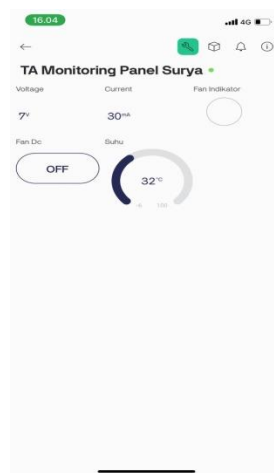
dikirim menuju Blynk. Jika tombol tidak aktif atau hasil pengukuran suhu tidak melebihi batas maka lampu indikator tidak akan menyala dan data tersebut akan dikirim menuju aplikasi Blynk.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Realisasi Alat



Gambar 5. Realisasi Alat Elektronika



Gambar 6. Tampilan Blynk

#### 3.2 Pengujian Alat

Tahap pengujian alat merupakan proses dimana alat yang telah dibuat diuji untuk mengetahui bahwa sistem berjalan dengan baik. Terdapat beberapa aspek yang diuji seperti output sensor, perbandingan data sensor yang ditampilkan pada OLED dan blynk, pengaktifan kipas berdasarkan suhu tertentu dan pengaktifan kipas melalui tombol.



### 3.2.1 Pengujian sensor DHT11 dan sensor PZEM 017

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor DHT11 dan PZEM 017

Intensitas Cahaya (Lux)	Data Hasil Pengukuran Suhu oleh Sensor DHT11 (Celcius)	Data Hasil Pengukuran Sensor PZEM 017	
		Tegangan (Volt)	Arus (mA)
1350	32,64	7,3	30,21
1370	33,21	7,8	50,2
1412	34,37	14,7	170
1470	35,52	14,2	170
1592	38,71	13,9	160
1621	39,08	13,51	160

Tabel 1 merupakan tabel data hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor DHT11 dan sensor PZEM 017. Hasil pengukuran suhu oleh sensor DHT11 bervariasi mulai dari 32°C hingga 39°C, hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya matahari, kondisi cuaca, dan juga angin di sekitarnya. Pengukuran suhu tersebut juga mempengaruhi hasil pengukuran tegangan dan arus oleh sensor PZEM 017. Pada saat suhu 32,64°C tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya cenderung kecil yaitu 7,23 V dan 30,21 mA. Sedangkan pada saat suhu 34,37°C tegangan dan arus panel surya berada pada titik puncaknya yaitu 14,7 V dan 170 mA. Kemudian saat suhu permukaan panel mencapai nilai 39,08°C, tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya mengalami penurunan dengan nilai 13,51 V dan 160 mA.

### 3.2.2 Pengujian Data Pengukuran Sensor dan Data yang Ditampilkan Aplikasi Blynk

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Sensor dan Data yang Ditampilkan Aplikasi Blynk

Data Hasil Pengukuran Suhu oleh Sensor DHT11 (Celcius)	Data Hasil Pengukuran Sensor PZEM 017		Data Hasil Pembacaan Blynk		
	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Suhu (Celcius)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)
32,64	7,3	30,21	32	7	30
33,21	7,8	50,2	33	7	50
34,37	14,7	170	34	14	170
35,52	14,2	170	35	14	170
38,71	13,9	160	38	13	160

39,08	13,51	160	39	13	160
-------	-------	-----	----	----	-----

Tabel 2. menunjukkan data pembacaan sensor DHT11 dan sensor PZEM 017 secara langsung dan menggunakan aplikasi blynk. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa data hasil pengukuran sensor secara manual memiliki perbedaan dengan pembacaan data sensor dari aplikasi Blynk. Perbedaan yang terjadi relatif kecil karena nilainya tidak melebihi 1, hal ini karena aplikasi Blynk hanya dapat menampilkan data yang berupa bilangan bulat sehingga setiap nilai pecahan yang masuk ke sistem akan dibulatkan kebawah. Sedangkan nilai sensor yang ditampilkan oleh OLED berupa bilangan desimal sehingga nilainya lebih akurat.

### 3.2.3 Pengujian Pengaktifan Kipas Dengan Nilai Suhu Bervariatif

Tabel 3. Pengujian Pengaktifan Kipas Berdasarkan Suhu

<b>Suhu Permukaan Panel Surya (Celcius)</b>	<b>Kondisi Kipas</b>	<b>Suhu Permukaan Panel Surya Setelah Kipas Menyala (Celcius)</b>	<b>Status Sistem Pendinginan Permukaan Panel Surya</b>
33,0	Aktif	32,1	Berhasil
34,2	Aktif	33,5	Berhasil
35,5	Aktif	34,7	Berhasil
36,2	Aktif	35,7	Berhasil
37,4	Aktif	36,8	Berhasil

Tabel 3. merupakan data hasil pengaktifan kipas berdasarkan suhu yang ditentukan pada program. Pengujian ini menggunakan suhu yang bervariasi untuk memastikan kipas dapat bekerja pada saat suhu di sekitar panel mengalami peningkatan. Nilai suhu yang digunakan untuk menjadi percobaan pengaktifan kipas pada panel surya mulai dari 33°C hingga 37°C. Dari pengujian tersebut saat suhu mencapai nilai batas yang telah ditentukan, maka kipas akan menyala untuk melakukan pendinginan pada permukaan panel surya sehingga panel surya dapat bekerja dengan optimal.

### 3.2.4 Pengujian Pengaktifan Kipas Melalui Aplikasi.

Tabel 4. Pengujian Pengaktifan Kipas melalui Blynk

<b>Kondisi Button Pada Blynk</b>	<b>Kondisi Kipas</b>	<b>Delay (detik)</b>
Nyala	Aktif	4,35
Mati	Mati	0,84
Nyala	Aktif	2,77
Mati	Mati	2,19

Nyala	Aktif	1,16
Mati	Mati	3,26

Tabel 4. merupakan tabel hasil pengujian pengaktifan kipas pendingin secara manual melalui tombol pada aplikasi Blynk. Dari data yang ditampilkan pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa proses pengaktifan kipas dengan aplikasi Blynk berjalan dengan cukup baik karena seluruh pengujian berhasil. Namun, pengaktifan kipas ini cenderung kurang responsif karena delay antara penekanan tombol dengan nyala kipas yang cukup lama. Munculnya *delay* pada saat pengaktifan kipas melalui tombol ini dipengaruhi oleh sinyal *WiFi* pada ESP8266 ataupun sinyal *Handphone* yang digunakan.

#### 4. PENUTUP

Dari hasil pengujian alat monitoring pengaruh suhu terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya berbasis *IoT*, penelitian ini mampu membuat suatu sistem yang dapat mengawasi tegangan dan arus keluaran panel surya secara *real time* dengan memanfaatkan aplikasi Blynk. Nilai yang ditampilkan aplikasi Blynk berbentuk integer sehingga data yang masuk akan dibulatkan kebawah, sedangkan nilai pengukuran sensor berbentuk desimal sehingga antara keduanya terdapat selisih yang bernilai kurang dari 1. Penelitian ini membuktikan bahwa suhu permukaan panel surya berpengaruh terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya. Saat suhu di permukaan panel bernilai 32°C menunjukkan intensitas cahaya matahari yang rendah sehingga tegangan dan arus output memiliki nilai yang kecil. Saat suhu permukaan panel surya bernilai 34°C intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya cukup untuk menghasilkan tegangan puncak sehingga arus pada beban akan maksimal. Kemudian pada saat suhu permukaan panel terlalu tinggi yaitu mencapai 39°C maka tegangan dan arus yang dihasilkan justru mengalami penurunan meskipun intensitas cahaya semakin meningkat. Pemasangan kipas bertujuan sebagai pendingin untuk menjaga suhu permukaan panel surya stabil sehingga dapat menghasilkan arus dan tegangan yang maksimal.

#### PERSANTUNAN

Puji syukur alhamdulillah atas rahmat Allah SWT yang telah memberikan segala karunia dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir pada semester ini. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini banyak dukungan baik secara teknis maupun non-teknis yang diberikan oleh keluarga maupun teman-teman. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa terima kasih terutama kepada:

1. Orang tua serta keluarga besar yang selalu memberikan doa dan restunya sehingga penulis

dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

2. Bapak Bambang Hari Purwoto S.T.,M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang membangun saat proses penyusunan tugas akhir.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro UMS yang telah mengajarkan ilmu yang bermanfaat, semoga ilmu dari Bapak dan Ibu dosen dapat menjadi berkah bagi mahasiswa maupun lingkungan sekitar.
4. Teman-teman seangkatan, khususnya Cahyo, Aldi dan Sony yang memberikan banyak bantuan dan dukungan.
5. Seluruh kawan-kawan saya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, semoga keberkahan selalu menyertai kalian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asyari, H., & Irawan, A. P. (2019). Desain Prototipe Kompor Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 19 (01), 6-9.
- Kurniawan, A. (2018). SEJARAH, CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS. *Jurnal Matrix*, 8 (2), 36-41.
- Pela, M. F., & Pramudita, R. (2021). Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet Of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 47-54.
- Prasetyo B. H. (2018). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energi*, 14 (3), 78-85.
- Rohman, F., & Iqbal, M. (2016). IMPLEMENTASI IOT DALAM RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL SURYA BERBASIS ARDUINO. *Prosiding SNATIF*, 9 (2), 189-196.
- Suryanto, B. (2021). Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Website. *MSI Transaction on Education*, 2 (1), 7-18.
- Sutikno, T., Alfahri, J., & Purnama, H. S. (2023). Monitoring Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Menggunakan IoT. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(1), 153.