

## Perancangan Alat Monitoring Kinerja Panel Surya Thin Film berbasis *Internet of Things*

Haris Isyanto<sup>1</sup>, Wahyu Ibrahim<sup>2</sup>, Rizky Agustin<sup>3</sup>  
<sup>1)2)3)</sup> Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta  
Email: <sup>1)</sup> haris.isyanto@umj.ac.id

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang berada tepat dengan garis khatulistiwa dengan tingkat garis radiasi matahari yang sangat tinggi dengan menyinari 10 hingga 12 jam setiap harinya. Yang mana dapat dimanfaatkan sebagai modal utama pembangkit dengan menggunakan solar cell sebagai alat yang menyerap energi matahari lalu mengubah cahaya matahari tersebut menjadi sumber Listrik. Dalam penelitian ini dirancang sistem internet of things untuk mempermudah sistem monitoring kinerja panel surya thin film 80wp. Data yang dibaca pada setiap sensor nantinya akan ditampilkan pada aplikasi blynk. Teknologi ini diharapkan dapat memudahkan para teknisi pada panel surya dan sumber listrik lainnya sebagai sistem monitoring jarak jauh secara realtime. Dari hasil yang didapatkan tegangan puncak pada alat ukur dan sensor sebesar 35,05 V dan 35,24 V dengan persentase eror 0,54% dan keberhasilan 99,46%, pada arus didapatkan arus puncak pada pengukuran alat ukur 2,24A dan sensor 2,26A dengan persentase eror 0,89% dan keberhasilan 99,11%, lalu pada daya didapatkan daya puncak pada pengukuran alat ukur dan sensor sebesar 78,51 W dan 79,64 W dengan persentase eror 1,44% dan keberhasilan 98,56%, pada suhu puncak pada didapatkan pengukuran alat ukur 55,72 oC dan sensor 55,81 oC dengan persentase eror 0,16% dan keberhasilan 99,84%, lalu intensitas cahaya puncak pada alat ukr 729 w/m<sup>2</sup> , sensor 735 w/m<sup>2</sup> dengan persentase ero 0,82% dan keberhasilan 99,18%, lalu pada efisiensi didapatkan efisisensi puncak pada pengukuran alat ukur 13,98% dan sensor 13,76%dengan persentase erornya 0,612% dan keberhasilannya 99,388% Yang mana hasil data tertinggi pada tegangan, arus, daya, suhu, intensitas cahaya, dan efisiensi terjadi pada pukul 13:00 WIB.

**Kata Kunci:** Panel Surya, Thin Film 80 WP, Internet of Things, Efisiensi, Deteksi Overheating

### ABSTRACT

A Indonesia is a country located right on the equator with a very high level of solar radiation with 10 to 12 hours of irradiation every day. Which can be utilized as the main capital plant by using solar cells as a tool that absorbs solar energy and then converts the sunlight into a source of electricity. ACS712 current sensor which is the amount of voltage and current generated based on the amount of light intensity read using a BH1750 sensor light intensity sensor, and DS18B20 as a temperature sensor. In this research, an internet of things system is designed to facilitate the performance monitoring system of 80wp thin film solar panels. The data read on each sensor will be displayed on the blynk application. This technology is expected to facilitate technicians on solar panels and other electricity sources as a realtime remote monitoring system. From the results obtained, the peak voltage on the measuring instrument and sensor is 35.05 V and 35.24 V with a percentage error of 0.54% and a success of 99.46%, on the current obtained peak current on measuring instrument 2.24A and sensor 2.26A with a percentage error of 0.89% and a success of 99.11%, then on the power obtained peak power on measuring instrument and sensor measurements of 78.51 W and 79.64 W with a percentage error of 1.44% and a success of 98.56%, at peak temperature obtained measuring instrument 55, 72 oC and 55.81 oC sensors with a percentage error of 0.16% and a success of 99.84%, then the peak light intensity at measuring instrument measurements of 729 w/m<sup>2</sup> and sensor measurements of 735 w/m<sup>2</sup> with a percentage error of 0.82% and a success of 99.18%, then at the efficiency obtained peak efficiency at measuring instrument measurements of 13.98% and sensors of 13.76% with a percentage error of 0.612% and a success of 99.388% Where the highest data results in voltage, current, power, temperature, light intensity, and efficiency occur at 13:00 WIB.

**Keywords:** Solar Cell, Thin Film 80 WP, Internet of Things, Efficiency, Overheating Detection

## 1 PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada tepat dengan garis khatulistiwa dengan tingkat radiasi sinar matahari yang sangat tinggi sebesar 4,5kWh/m<sup>2</sup> dan menyinari selama 10 hingga 12 jam setiap hari nya. Yang mana dapat kita gunakan sebagai modal utama pembangkit listrik dengan menggunakan *panel surya* sebagai suatu alat yang mampu menyerap sinar surya lalu mengubah cahaya dari energi matahari tersebut menjadi sumber listrik [1]–[4].

Panel surya akan menghasilkan energi listrik berdasarkan intensitas cahaya yang diserap dari sinar matahari, untuk memanfaatkan energi cahaya matahari secara maksimal, panel surya harus diorientasikan secara tetap searah dengan datangnya sinar matahari. Semakin besar intensitas sinar matahari yang diterima panel surya maka listrik yang dihasilkan akan semakin besar, dan sebaliknya semakin rendah intensitas sinar matahari yang dikumpulkan maka listrik yang dihasilkan akan semakin rendah [1], [5]–[7].

Panel surya dibagi 3 jenis, yaitu panel surya sel *monocrystalline*, *polycrystalline* dan *thin film*. Dari jenis-jenis tersebut juga memiliki tingkat efisiensi serta fleksibilitas sesuai pada kebutuhannya. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi pada efisiensi yang didapatkan dari kinerja modul surya tersebut ialah semakin kecil suhu permukaan maka efisiensi *photovoltaic* akan semakin optimal kinerjanya. Dan juga sebaliknya yang menjadi masalah pada panel surya ialah semakin tinggi suhu permukaan pada panel surya, maka efisiensi *photovoltaic* akan turun atau tidak maksimal kinerjanya. Dalam penelitian ini modul surya *thin film* memiliki keunggulan yakni efisiensi modul surya yang lebih baik dari modul surya jenis lainnya [1], [8]–[13].

Pada penelitian ini ialah Panel Surya *Thin film* 80Wp yang berbasis Internet of Thing (*IoT*) sebagai sistem monitoring kinerja panel surya. Adapun pada sistem akan diancang sebagai perangkat monitoring pada arus, tegangan, daya, suhu, intensitas cahaya, dan efisiensi pada panel surya *thin film* 80Wp. Yang mana nantinya dengan panel surya *thin film* 80Wp ini mampu bertahan terhadap suhu tinggi dan mampu menghasilkan tingkat efisiensi kinerja output yang lebih tinggi. Artinya Panel Surya *Thin film* ini kurang terpengaruh terhadap suhu tinggi dan hanya kehilangan Sebagian kecil dari kinerjanya saat suhu sangat panas [7], [14]–[18].

Penerapan *Internet of Things (IoT)* suatu konsep monitoring pada panel surya *thin film* yang hasilnya akan di tampilkan pada aplikasi di *smartphone*. Aplikasi yang digunakan ialah aplikasi Blynk yang merujuk pada jaringan perangkat yang dihubungkan pada sensor, perangkat lunak, serta menghubungkan

pertukaran data melalui internet. Aplikasi Blynk dapat rancang sebagai perantara untuk memonitoring setiap kondisi panel surya. Dengan bermacam fitur yang ada didalam sistem diaplikasi ini dapat diandalkan untuk memudahkan para penggunanya dalam memonitoring dan mengontrol [1], [19]–[23].

Adapun tujuan penelitian ini mengusulkan sistem monitoring kinerja sebuah panel surya *thin film* 80Wp pada setiap kondisi ap apun secara *real time* baik berupa arus, tegangan, daya, suhu, dan efisiensi berbasis *Internet of Things (IoT)* serta merancang notifikasi peringatan suhu tinggi ke aplikasi yang dihasilkan oleh panel surya *Thin film* 80Wp dengan hasil data ouputnya yang dapat dilihat melalui *smartphone* secara realtime.

#### Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian [11] penggunaan panel surya *thin film* memiliki tingkat efisisensi yang tinggi dan kuat, penggunaan dengan waktu yang sangat panjang hingga bertahun-tahun mampu memberikan hasil efisiensi sebesar 22,1%. CdTe adalah bahan yang sangat kuat dan stabil secara kimia dan untuk alasan ini teknologi fotovoltaik film tipis sel surya memiliki celah pita optimal untuk batas dan dapat memberikan efisiensi yang sangat tinggi sebagai perangkat sambungan tunggal lebih dari 32%, dengan tegangan rangkaian terbuka 1 V dan kerapatan arus hubung singkat melebihi 30 mA/cm<sup>2</sup>.

Pada penelitian yang dilakukan [24].membahas tentang baterai pada panel surya *monocrystalline* 50Wp untuk penerangan ,data yang dihasilkan pada pengukuran sensor INA219 bahwasanya memiliki persentase keberhasilan sebesar 99,75% dan nilai gangguan yang terbilang kecil yaitu 0,25%. Pada sensor INA219 nilai arus yang terlihat sebesar 0,014 hingga dengan 0,712 A.

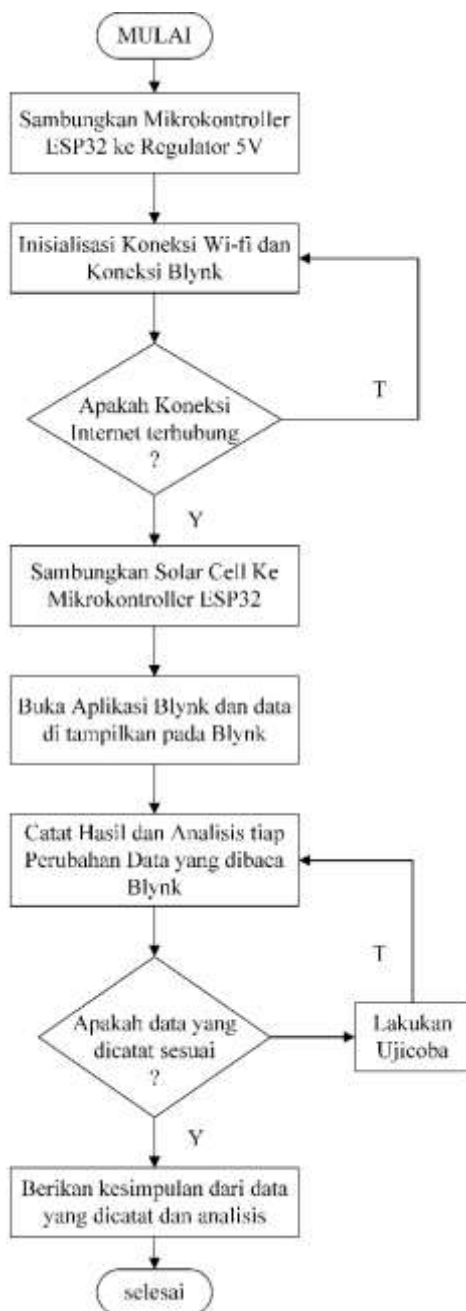
Penelitian yang dilakukan[25] sistem monitoring pada panel surya dan angin berbasis IoT. Pada penelitian membahas sistem pembangkit hybrid antara panel surya dan turbin angin dalam produksi listrik. Pada penelitian tersebut juga menampilkan kerja panel surya yang menghasilkan daya 37,75 Watt di tegangan 18,2 V dan arus 2,1 A kemudian pada turbin menghasilkan daya 3,6Watt dengan tegangan 12,2 V dan arus 322 mA. Selanjutnya untuk gangguan pada sensor menghasilkan 1,59% pada tegangan dan 13,68% pada sensor arus sedangkan pada turbin angin pengukuran sensor tegangan menghasilkan error 9,67% dan arus 81,18 %.

Dalam penelitian ini diusulkan panel surya jenis *thin film* untuk mengukur kinerja panel surya dengan mengukur tegangan (V), Arus (A), daya (W), intensitas cahaya matahari (W/m<sup>2</sup>), dan suhu permukaan panel surya (°C). Dari hasil penelitian

yang diharapkan kinerja efisiensi panel surya thin film mencapai >13%.

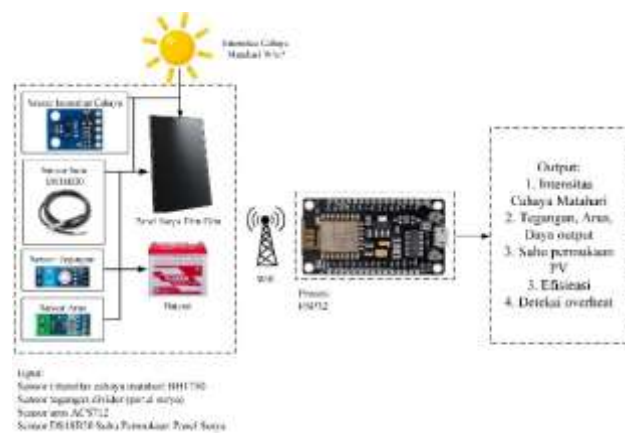
## 2 METODOLOGI

Tahap pada Gambar 1. proses sistem monitoring panel surya *thin film* bekerja dimana berupa inisialisasi berfungsi sebagai menyiapkan segala aspek kebutuhan seperti komponen perangkat keras pada sensor-sensor, dan komponen perangkat lunak pada pemrograman sistem maupun aplikasi yang dirancang. Selanjutnya sensor-sensor yang digunakan pada penelitian ini berupa sensor tegangan, arus, suhu, intensitas cahaya.



Gambar 1. Flowchart sistem monitoring panel surya

Yang kemudian semua sensor perangkat keras akan di rakit pada papan PCB Matrix, kemudian melakukan konfigurasi modem internet yang terdiri dari username dan password melalui komponen mikorkontroler ESP32 untuk dapat menghubungkan antara perangkat keras sensor dengan aplikasi monitoring. Ketika mikrokontroler ESP32 terhubung maka pengguna dapat monitoring kinerja panel surya *thin film* melalui aplikasi *blynk*. Data yang didapatkan pada pengukuran dilakukan analisis pengukuran manual dengan pengukuran sensor untuk mengetahui persentase keberhasilan maupun *error rate*. Selanjutnya blok diagram perancangan monitoring panel surya *thin film* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram Sistem

Pada gambar 2. perancangan monitoring sistem kerja panel surya menggunakan aplikasi blynk. dimana aplikasi tersebut untuk monitoring panel surya baik tegangan, arus, daya, suhu, Efisiensi, dan intensitas cahaya panel surya pada dashboard aplikasi blynk. Selanjutnya pengguna dapat melihat secara *real time* dengan melihat dashboard pada aplikasi. Berikut rancangan aplikasi monitoring panel surya *thin film* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi Blynk

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini meneliti tentang pengujian perangkat keras dan perangkat lunak pada rancang bangun monitoring panel surya *thin film* berbasis internet of things yakni untuk mengukur kinerja panel surya, Pengujian yang dilakukan dengan menempatkan prototipe dan panel surya yang sudah disambungkan dilokasi balkon FT-UMJ dengan penyinaran matahari langsung. Sehingga hasil yang didapatkan melakukan perbandingan pengukuran terhadap sensor pada aplikasi blynk. Berikut hasil pengujian perangkat keras dan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 4, dan gambar 5.



Gambar 4. Pengujian Perangkat Keras



Gambar 5. Pengujian perangkat lunak

Hasil pengujian monitoring panel surya jenis *thin film* untuk membandingkan persentase (%) keberhasilan dan error rate antara pengukuran sensor dan pengukuran manual menggunakan alat ukur standar, meliputi pengukuran tegangan, arus, daya,

suhu permukaan panel surya, intensitas cahaya matahari, pengukuran kinerja efisiensi, dan deteksi overheating panel surya.

- Pengujian Tegangan Panel Surya thin film

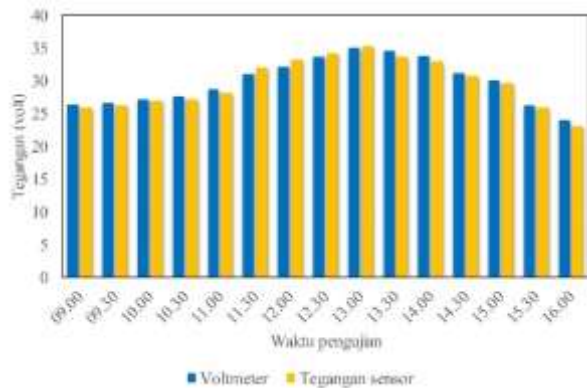
Pengujian ini bertujuan untuk mengambil data tegangan panel surya jenis *thin film* pada aplikasi *blynk*. Pengukuran yang diambil meliputi tegangan sensor, serta tegangan multimeter secara berkelanjutan setiap 30 menit. Pengambilan data pengujian dimulai pukul 08.00-16.00 WIB. Data yang didapatkan untuk membandingkan selisih tegangan untuk menghitung nilai persentase keberhasilan (%), dan error rate (%). Berikut table pengujian tegangan panel surya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian tegangan panel surya *thin film*

Time	Tegangan		Selisih (V)	Error (%)	Keberhasilan (%)
	Multi meter (V)	Sensor (V)			
09.00	26,26	25,87	0,39	1,49	98,51
09.30	26,54	26,16	0,38	1,43	98,57
10.00	27,15	26,89	0,26	0,96	99,04
10.30	27,54	27,14	0,40	1,45	98,55
11.00	28,65	28,15	0,50	1,75	98,25
11.30	30,97	32,02	1,05	3,39	96,61
12.00	32,14	33,17	1,03	3,20	96,80
12.30	33,56	34,12	0,56	1,67	98,33
13.00	35,05	35,24	0,19	0,54	99,46
13.30	34,56	33,67	0,89	2,58	97,42
14.00	33,78	32,87	0,91	2,69	97,31
14.30	31,19	30,76	0,43	1,38	98,62
15.00	30,05	29,65	0,40	1,33	98,67
15.30	26,14	25,87	0,27	1,03	98,97
16.00	24,04	23,06	0,98	4,08	95,92
<b>Rata - Rata</b>	<b>29,84</b>	<b>29,64</b>	<b>0,58</b>	<b>1,93</b>	<b>98,07</b>

Pada tabel 1. pengukuran tegangan pada sensor didapatkan rata-rata tegangan sensor sebesar 29,64 V, sedangkan pada pengukuran alat ukur voltmeter sebesar 29,84 V. selanjutnya selisih tegangan yang didapatkan pada pengukuran sensor dan alat ukur sebesar 0,58 V. Kemudian rata-rata persentase error pengukuran yang didapatkan sebesar 1,93%, dan persentase keberhasilan pengukuran didapatkan rata-

rata sebesar 98,07%. Berikut hasil grafik pengujian perbandingan tegangan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengujian tegangan

- Pengujian Arus Panel Surya thin film

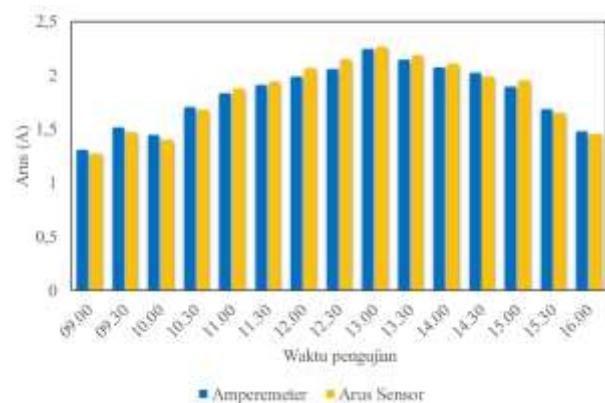
Pengujian ini bertujuan untuk mengambil data arus panel surya jenis *thin film* pada aplikasi *blynk*. Pengukuran yang diambil meliputi arus sensor, serta arus multimeter secara berkala setiap 30 menit. Pengambilan data pengujian dimulai pukul 08.00-16.00 WIB. Data yang didapatkan untuk membandingkan selisih arus untuk menghitung nilai persentase keberhasilan (%), dan tingkat kesalahan (%). Berikut table pengujian arus panel surya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian arus panel surya *thin film*

Time	Arus		Selisih (V)	Error (%)	Keberhasilan (%)
	Amper meter (V)	Sensor (V)			
09.00	1,3	1,27	0,03	2,31	97,69
09.30	1,51	1,47	0,04	2,65	97,35
10.00	1,44	1,4	0,04	2,78	97,22
10.30	1,7	1,67	0,03	1,76	98,24
11.00	1,83	1,87	0,04	2,19	97,81
11.30	1,91	1,94	0,03	1,57	98,43
12.00	1,98	2,06	0,08	4,04	95,96
12.30	2,05	2,15	0,1	4,88	95,12
13.00	2,24	2,26	0,02	0,89	99,11
13.30	2,14	2,18	0,04	1,87	98,13
14.00	2,07	2,1	0,03	1,45	98,55
14.30	2,02	1,98	0,04	1,98	98,02
15.00	1,89	1,95	0,06	3,17	96,83
15.30	1,68	1,65	0,03	1,79	98,21
16.00	1,48	1,45	0,03	2,03	97,97

<b>Rata - Rata</b>	<b>1,82</b>	<b>1,83</b>	<b>0,04</b>	<b>2,36</b>	<b>97,64</b>
--------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------

Pada tabel 2. menunjukkan bahwa pengukuran arus pada sensor ACS712 didapatkan rata-rata arus sensor sebesar 1,83 A, sedangkan pada pengukuran alat ukur amperemeter sebesar 1,82 A. selanjutnya selisih arus yang didapatkan pada pengukuran sensor ACS712 dengan alat ukur sebesar 0,04 A. Kemudian rata-rata persentase error pengukuran yang didapatkan sebesar 2,36%, dan persentasi keberhasilan pengukuran didapatkan rata-rata sebesar 97,64%. Berikut hasil grafik pengujian sensor dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengujian arus

- Pengujian Daya Panel Surya *thin film*

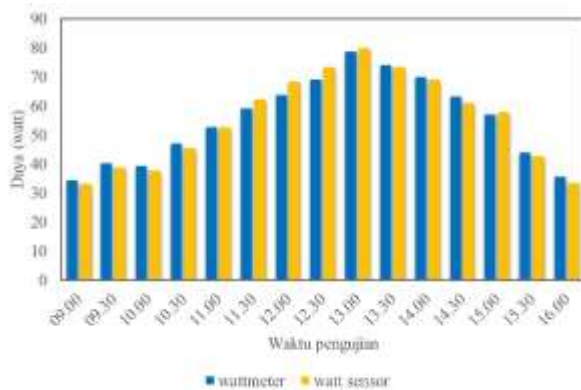
Pengujian ini bertujuan untuk mengambil data daya panel surya jenis *thin film* pada aplikasi *blynk*. Pengukuran yang diambil meliputi daya sensor, serta daya wattmeter secara berkala setiap 30 menit. Pengambilan data pengujian dimulai pukul 08.00-16.00 WIB. Data yang didapatkan untuk membandingkan selisih daya untuk menghitung nilai persentase keberhasilan (%), dan tingkat kesalahan (%). Berikut table pengujian daya panel surya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian daya panel surya *thin film*

Time	Daya		Selisih (V)	Error (%)	Keberhasilan (%)
	Watt meter (V)	Sensor (V)			
09.00	34,14	32,85	1,28	3,76	96,24
09.30	40,08	38,46	1,62	4,04	95,96
10.00	39,10	37,65	1,45	3,71	96,29
10.30	46,82	45,32	1,49	3,19	96,81
11.00	52,43	52,64	0,21	0,40	99,60

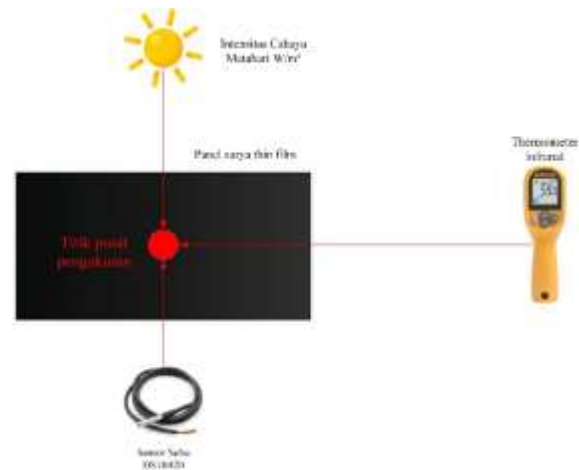
11.30	59,15	62,12	2,97	5,01	94,99
12.00	63,64	68,33	4,69	7,37	92,63
12.30	68,80	73,36	4,56	6,63	93,37
13.00	78,51	79,64	1,13	1,44	98,56
13.30	73,96	73,40	0,56	0,75	99,25
14.00	69,92	69,03	0,90	1,28	98,72
14.30	63,00	60,90	2,10	3,33	96,67
15.00	56,79	57,82	1,02	1,80	98,20
15.30	43,92	42,69	1,23	2,80	97,20
16.00	35,58	33,44	2,14	6,02	93,98
<b>Rata - Rata</b>	<b>55,06</b>	<b>55,18</b>	<b>1,82</b>	<b>3,44</b>	<b>96,56</b>

Pada tabel 3. menunjukkan bahwa pengukuran daya pada kalkulasi sensor teganga dan arus didapatkan rata-rata daya sensor sebesar 55,18 watt, sedangkan pada pengukuran alat ukur wattmeter sebesar 55,06 watt. selanjutnya selisih daya yang didapatkan pada pengukuran kalkulasi sensor tegangan dan arus dengan alat ukur sebesar 1,82 watt. Kemudian rata-rata persentase error pengukuran yang didapatkan sebesar 3,44%, dan persentasi keberhasilan pengukuran didapatkan rata-rata sebesar 96,56%. Berikut hasil grafik pengujian daya panel surya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik pengujian daya panel surya

- Pengujian deteksi suhu panel surya *thin film*  
 Pengujian ini bertujuan untuk deteksi suhu (*overheating*) pada permukaan panel surya jenis *thin film*. Pengujian dilakukan apabila suhu >50°C. Ketika suhu permukaan panel surya melebihi batas maksimum sistem maka mengirimkan notifikasi popup ke smartphone. Berikut simulasi deteksi suhu panel surya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pengujian deteksi suhu panel surya

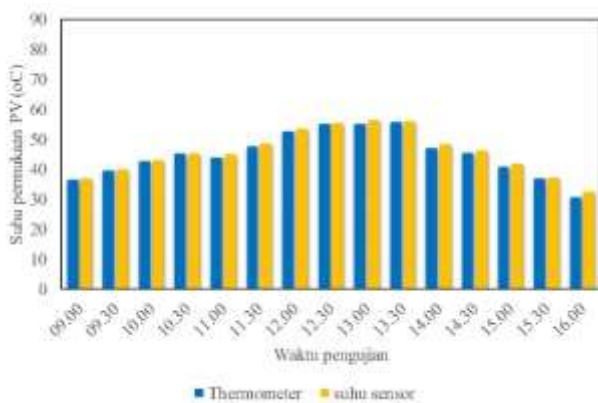
Pada gambar 9. Simulasi deteksi suhu panel surya jenis *thin film* yang bertujuan untuk mengambil data suhu panel surya jenis *thin film* pada aplikasi *blynk*. Pengukuran yang diambil meliputi suhu sensor, serta suhu *thermometer* secara berkala setiap 30 menit. Pengambilan data pengujian dimulai pukul 08.00-16.00 WIB. Data yang didapatkan untuk membandingkan selisih suhu untuk menghitung nilai persentase keberhasilan (%), dan tingkat kesalahan (%). Berikut tabel pengujian suhu panel surya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian suhu panel surya *thin film*

Time	Suhu		Selisih (°C)	Error (%)	Keberhasilan (%)
	Thermometer (°C)	Sensor (°C)			
09.00	36,5	36,8	0,3	0,82	99,18
09.30	39,5	39,8	0,3	0,76	99,24
10.00	42,5	43,05	0,55	1,29	98,71
10.30	45	45,09	0,09	0,20	99,80
11.00	43,78	44,89	1,11	2,54	97,46
11.30	47,65	48,54	0,89	1,87	98,13
12.00	52,5	53,42	0,92	1,75	98,25
12.30	54,86	55,32	0,46	0,84	99,16
13.00	55,14	56,1	0,96	1,74	98,26
13.30	55,72	55,81	0,09	0,16	99,84
14.00	47	48,15	1,15	2,45	97,55
14.30	45,5	46,06	0,56	1,23	98,77
15.00	40,67	41,76	1,09	2,68	97,32
15.30	36,78	37,1	0,32	0,87	99,13
16.00	30,5	32,28	1,78	5,84	94,16

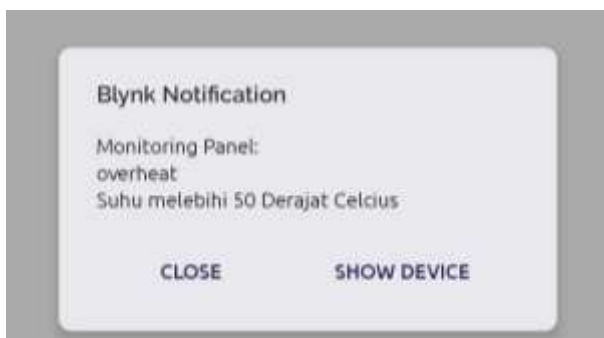
<b>Rata - Rata</b>	<b>44,91</b>	<b>45,61</b>	<b>0,70</b>	<b>1,67</b>	<b>98,33</b>
--------------------	--------------	--------------	-------------	-------------	--------------

Pada tabel 4. menunjukkan bahwa pengukuran suhu pada sensor DS18B20 didapatkan rata-rata suhu sensor sebesar 45,61°C, sedangkan pada pengukuran alat ukur thermometer sebesar 44,91 °C. selanjutnya selisih daya yang didapatkan pada pengukuran sensor DS18B20 dengan alat ukur sebesar 0,70 °C. Kemudian rata-rata persentase error pengukuran yang didapatkan sebesar 1,67%, dan persentasi keberhasilan pengukuran didapatkan rata-rata sebesar 98,33%. Berikut hasil grafik pengujian suhu panel surya dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik pengujian suhu panel surya

Selanjutnya pengujian deteksi suhu permukaan panel surya Ketika luas permukaan panel surya *thin film* menerima suhu melebihi 50°C. maka akan mengirimkan notifikasi popup ke *smartphone* pengguna. Bisa dilihat pada table pengujian 4.4. pengujian suhu puncak panel surya didapatkan pada waktu pengukuran 12.00-13.30 WIB. Berikut notifikasi *overheat* panel surya *thin film* yang dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Notifikasi deteksi *overheating* panel surya *thin film*

- Pengujian Intensitas Cahaya Matahari Panel Surya *thin film*

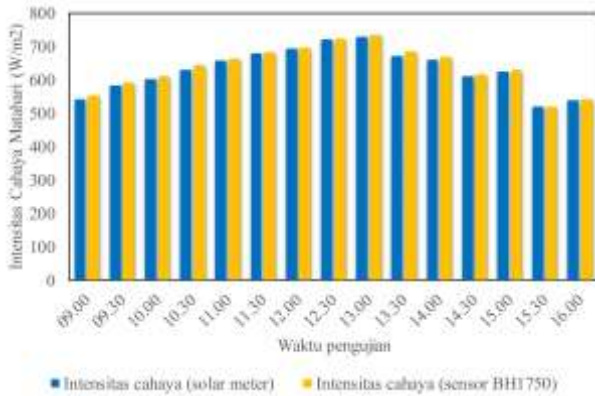
Pengujian ini bertujuan untuk mengambil data intensitas Cahaya matahari panel surya jenis *thin film* pada aplikasi *blynk*. Pengukuran yang diambil meliputi intensitas Cahaya matahari pada sensor BH1750, serta solar meter secara berkala setiap 30 menit. Pengambilan data pengujian dimulai pukul 08.00-16.00 WIB. Data yang didapatkan untuk membandingkan selisih intensitas Cahaya matahari untuk menghitung nilai persentase keberhasilan (%), dan tingkat kesalahan (%). Berikut table pengujian intensitas Cahaya matahari panel surya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian intensitas cahaya matahari panel surya

Time	Intensitas Cahaya matahari		Selisih (%)	Error (%)	Keberhasilan (%)
	Solar meter (W/m <sup>2</sup> )	Sensor (W/m <sup>2</sup> )			
09.00	540	553	13	2,41	97,59
09.30	582	590	8	1,37	98,63
10.00	602	610	8	1,33	98,67
10.30	630	642	12	1,90	98,10
11.00	658	663	5	0,76	99,24
11.30	679	682	3	0,44	99,56
12.00	694	696	2	0,29	99,71
12.30	720	724	4	0,56	99,44
13.00	729	735	6	0,82	99,18
13.30	672	685	13	1,93	98,07
14.00	661	669	8	1,21	98,79
14.30	610	617	7	1,15	98,85
15.00	623	630	7	1,12	98,88
15.30	519	518	1	0,19	99,81
16.00	539	540	1	0,19	99,81
<b>Rata - Rata</b>	<b>630,53</b>	<b>636,93</b>	<b>6,53</b>	<b>1,05</b>	<b>98,95</b>

Pada tabel 5. menunjukkan bahwa pengukuran intensitas Cahaya matahari pada sensor BH1750 didapatkan rata-rata intensitas cahaya pada sensor sebesar 630,53 W/m<sup>2</sup>, sedangkan pada pengukuran alat ukur solar meter sebesar 636,93 W/m<sup>2</sup>. selanjutnya selisih intensitas Cahaya yang didapatkan pada pengukuran sensor BH1750 dengan

alat ukur solar meter sebesar 6,53 W/m<sup>2</sup>. Kemudian rata-rata persentase error pengukuran yang didapatkan sebesar 1,05%, dan persentasi keberhasilan pengukuran didapatkan rata-rata sebesar 98,95%. Berikut grafik pengujian intensitas cahaya matahari dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik pengujian intensitas cahaya matahari panel surya *thin film*

• Pengujian Efisiensi Panel Surya *thin film*

Pengujian ini bertujuan untuk mengambil data efisiensi panel surya jenis *thin film* pada aplikasi *blynk*. Pengukuran yang diambil meliputi perhitungan rumus efisiensi yang didapatkan sensor, serta perhitungan efisiensi yang didapatkan dengan pengukuran secara berkala setiap 30 menit. Pengambilan data pengujian dimulai pukul 08.00-16.00 WIB. Data yang didapatkan untuk membandingkan selisih efisiensi untuk menghitung nilai persentase keberhasilan (%), dan tingkat kesalahan (%). Berikut rumus efisiensi dapat dihitung pada persamaan 1.

$$P_{input} = E \times A \quad (1)$$

Dimana:

- P<sub>input</sub> = Daya input (watt)
- E = Intensitas cahaya matahari (W/m<sup>2</sup>)
- A = Luas penampang panel surya (m<sup>2</sup>)  
 $A = 1,23 \text{ m} \times 0,64 \text{ m}$   
 $= 0,7872 \text{ m}^2$

Untuk mengetahui nilai daya input panel surya membutuhkan parameter intensitas Cahaya matahari (E) yang didapatkan oleh sensor maupun alat ukur solar meter. Ketika mendapatkan data intensitas Cahaya matahari maka dapat dihitung dengan luas penampang panel surya. Luas penampang panel surya *thin film* sebesar 0,7872 m<sup>2</sup>. Setelah

didapatkan nilai daya input panel surya maka untuk mendapatkan nilai daya output panel surya meliputi data pengukuran terhadap daya panel surya untuk menghasilkan efisiensi panel surya. Berikut menghitung nilai efisiensi panel surya dapat dilihat pada persamaan 2.

$$\eta = \left| \frac{P_{out}(\text{daya pengukuran})}{P_{input}(\text{daya input})} \times 100\% \right| \quad (2)$$

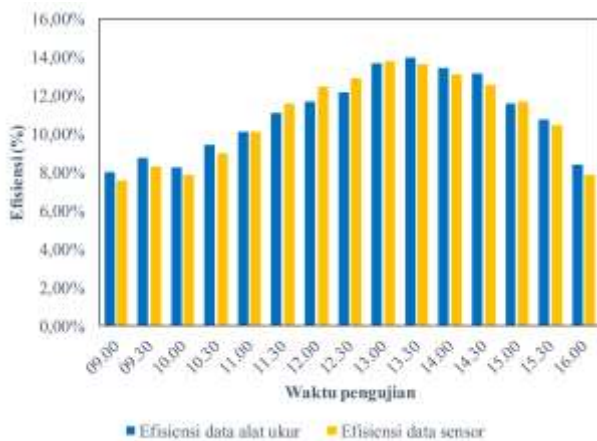
selanjutnya pengujian ini membandingkan hasil perhitungan efisiensi panel surya yang didapatkan oleh sensor maupun alat ukur. Sehingga hasil yang didapatkan untuk mengetahui error perhitungan (%) dan keberhasilan perhitungan (%). Berikut data efisiensi panel surya *thin film* dapat dilihat pada table 6.

Tabel 6. Data pengujian efisiensi panel surya

Time	Suhu		Selisih (%)	Error (%)	Keberhasilan (%)
	pengukuran (%)	Sensor (%)			
09.00	8,03	7,55	0,0048	6,021	93,979
09.30	8,75	8,28	0,0047	5,344	94,656
10.00	8,25	7,84	0,0041	4,972	95,028
10.30	9,44	8,97	0,0047	5,001	94,999
11.00	10,12	10,09	0,0004	0,355	99,645
11.30	11,07	11,57	0,0050	4,552	95,448
12.00	11,65	12,47	0,0082	7,066	92,934
12.30	12,14	12,87	0,0073	6,039	93,961
13.00	13,98	13,76	0,0008	0,612	99,388
13.30	13,68	13,61	0,0037	2,638	97,362
14.00	13,44	13,11	0,0033	2,464	97,536
14.30	13,12	12,54	0,0058	4,428	95,572
15.00	11,58	11,66	0,0008	0,670	99,330
15.30	10,75	10,47	0,0028	2,613	97,387
16.00	8,39	7,87	0,0052	6,195	93,805
<b>Rata - Rata</b>	10,96	10,84	0,0041	3,931	96,069

Pada table 6. didapatkan rata-rata efisiensi pada perhitungan pengukuran alat ukur sebesar 10,96%, sedangkan rata-rata efisiensi perhitungan data sensor sebesar 10,84%. Data terbaik efisiensi didapatkan pukul 13.00 WIB yakni efisiensi pengukuran alat sebesar 13,98%, dan efisiensi data sensor sebesar 13,76%. Berikut grafik pengujian efisiensi dapat dilihat pada gambar 13.





Gambar 13. Grafik pengujian efisiensi panel surya thin film

• Hasil Pengujian Data Terbaik Panel Surya Thin Film 80WP

Pengujian ini bertujuan untuk mengumpulkan data terbaik pengukuran panel surya yang didapatkan oleh pengukuran sensor, dan data pengukuran menggunakan seperti multimeter, amperemeter, wattmeter, thermometer, solar meter, dan perhitungan efisiensi. Data terbaik dari parameter meliputi tegangan, arus, daya, suhu, intensitas cahaya, dan efisiensi. Berikut rekapitulasi data terbaik pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian data pengukuran terbaik panel surya thin film

Hasil Data	Hasil tertinggi 13:00	Rata-rata
Tegangan sensor (V)	35.24 V	29.64 V
Voltmeter(V)	35.05 V	29.84 V
Arus sensor (A)	2.26 A	1.83 A
Amperemeter(A)	2.24 A	1.82 A
Daya (W)	79.64 Watt	55.18 Watt
Wattmeter(W)	78.51 Watt	55.06 Watt
Suhu (C)	55.81 °C	45.61 °C
Thermometer(C)	55.72 °C	44.91 °C
Intensitas cahaya(W/m <sup>2</sup> )	735 W/m <sup>2</sup>	636.93 W/m <sup>2</sup>
Solar Meter(W/m <sup>2</sup> )	729 W/m <sup>2</sup>	630.53 W/m <sup>2</sup>
Efisiensi Pengukuran (%)	13,98 %	10,96 %
Efisiensi Sensor (%)	13,76 %	10,84 %

Pada table 7. Didapatkan data pengukuran tertinggi yang dihasilkan pada pengujian panel surya didapatkan pada pukul 13.00 WIB. Dimana

pengujian tertinggi pada tegangan sensor 35,24 Volt, voltmeter 35,05 Volt, sedangkan pengukuran arus pada sensor 2,26 A, arus pada amperemeter 2,24 A, daya sensor 79,64 Watt, daya pengukuran 78,51 Watt, suhu sensor 55,81 °C, suhu thermometer 55,72 °C, intensitas Cahaya matahari pada sensor 735 W/m<sup>2</sup>, intensitas cahaya matahari pada solar meter 729 W/m<sup>2</sup>, efisiensi pengukuran 13,98%, dan efisiensi sensor 13,76%.

4 KESIMPULAN

Pada pengujian yang telah dilakukan pada monitoring panel surya thin film 80Wp didapatkan kesimpulan berikut :

- Dalam pengujian aplikasi Blynk ini berfungsi dengan normal dan baik, mengirimi data-data yang diukur oleh tiap-tiap sensor lalu dikirim ke mikrokontroler ESP32 dan di tampilkan oleh aplikasi Blynk.
- Pada pengujian efisiensi panel surya didapatkan efisiensi terbaik didapatkan pada pukul 13.00 dengan nilai efisiensi pengukuran 13,98%, efisiensi pengukuran sensor 13,76%. Sehingga didapatkan rata-rata-rata efisiensi pengukuran sebesar 10,96%, dan efisiensi pengukuran sensor 10,84%.
- Pada pengujian ini didapatkan pada tegangan(V) persentase keberhasilannya sebesar 98,07%. Lalu pada pengukuran arus(A) didapatkan persentase keberhasilannya sebesar 97,64%. Pada pengukuran daya (Watt) didapatkan persentase keberhasilan sebesar 96,56%. Pada pengukuran suhu(°C) persentase keberhasilan sebesar 98,33%. Lalu Pada pengukuran intensitas cahaya (W/m<sup>2</sup>) didapatkan persentase keberhasilan sebesar 98,95 %. efisiensi dari hasil perhitungan daya input dan daya output persentase keberhasilan pada efisiensi sebesar 96,069%.
- Dari hasil pengujian ini juga jaringan internet sangat berpengaruh terhadap kinerja monitoring panel surya thin film 80wp. Ketika sinyal jaringan internet lemah maka data yang akan ditampilkan akan delay dan tidak akurat, begitu juga sebaliknya apabila jaringan internet yang terhubung ke ESP32 stabil maka data yang akan di tampilkan pada aplikasi blynk akan akurat dan realtime. Jarak tempuh tidak akan mempengaruhi data yang di tampilkan aplikasi blynk di smartphone selama mikrokontroler ESP32 tetap terhubung ke jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Isyanto and W. Ibrahim, "Design of Overheating Detection and Performance Monitoring of Solar Panel based on Internet of Things (IoT) using Smartphone," *First Int. Conf. Eng. Constr. Renew. Energy, Adv. Mater. (1ST ICECREAM)*, no. November, 2021.
- [2] Sariman, A. S, K. M, and B. I, "Analisa Efisiensi Pengaruh Parameter Cahaya Matahari Pada Fotovoltaik 100Wp Jenis Polikristal , Monokristal Dan Amorphous," *Tek. Elektro, Univ. Sriwijaya, Palembang*, no. Esdm 2015, pp. 23–24, 2019.
- [3] P. P. T. D. Priatam, "Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP," *RELEJurnal Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 48–54, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/7825>
- [4] T. Yuwono, "Karakteristik Daya Panel Surya Polycrystalline 100 Wp Terhadap Perubahan Temperatur," *J. Nas. Pengelolaan Energi MigasZoom*, vol. 4, no. 2, pp. 49–56, 2022, doi: 10.37525/mz/2022-2/305.
- [5] M. Nurdiansyah, E. C. Sinurat, M. Bakri, I. Ahmad, and A. B. Prasetyo, "Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 40–45, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i2.14.
- [6] D. Pratama and A. Asnil, "Sistem Monitoring Panel Surya Secara Realtime Berbasis Arduino Uno," *MSI Trans. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–32, 2021, doi: 10.46574/mted.v2i1.46.
- [7] Z. Feng and Y. Zhou, "Research on thin film solar cell: Principal and parameters," in *2022 IEEE 2nd International Conference on Data Science and Computer Application (ICDSCA)*, 2022, pp. 500–503. doi: 10.1109/ICDSCA56264.2022.9988404.
- [8] A. A. Nugroho, H. Isyanto, and W. Ibrahim, "Analisa Perbandingan Kinerja Panel Surya Jenis Monocrystalline dan Thin Film," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2024.
- [9] M. Mungkin, H. Satria, J. Yanti, G. B. A. Turnip, and S. Suwarno, "Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 319–327, 2020, doi: 10.31539/intecom.v3i2.1861.
- [10] J. Ramanujam *et al.*, "Flexible CIGS, CdTe and a-Si:H based thin film solar cells: A review," *Prog. Mater. Sci.*, vol. 110, p. 100619, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2019.100619>.
- [11] A. Romeo and E. Artegiani, "Cdte-based thin film solar cells: Past, present and future," *Energies*, vol. 14, no. 6, 2021, doi: 10.3390/en14061684.
- [12] M. Nakamura, K. Yamaguchi, Y. Kimoto, Y. Yasaki, T. Kato, and H. Sugimoto, "Cd-Free Cu(In,Ga)(Se,S)<sub>2</sub> Thin-Film Solar Cell With Record Efficiency of 23.35%," *IEEE J. Photovoltaics*, vol. 9, no. 6, pp. 1863–1867, 2019, doi: 10.1109/JPHOTOV.2019.2937218.
- [13] A. Mavlonov *et al.*, "A review of Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> photovoltaic absorber materials and thin-film solar cells," *Sol. Energy*, vol. 201, pp. 227–246, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.03.009>.
- [14] A. Mushtaq, F. Bashir, and F. A. Khanday, "Simulation and performance study of Thin film CdSe/GaAs Solar Cell," in *2022 5th International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies (IMPACT)*, 2022, pp. 1–4. doi: 10.1109/IMPACT55510.2022.10029260.
- [15] Y. Lin, X. Wu, W. Zhi, P. Hu, and K. Yin, "Research on Modeling and Simulation of Cd-Te Thin Film Solar Photovoltaic Cells," in *2022 2nd International Conference on Electronic Information Technology and Smart Agriculture (ICEITSA)*, 2022, pp. 15–23. doi: 10.1109/ICEITSA57468.2022.00013.
- [16] K. ElKhamisy, H. Abdelhamid, S. Elagoos, and E.-S. M. El-Rabaie, "The Effects of surface plasmon polariton on Silicon Thin Film Solar Cell Array," in *2021 9th International Japan-Africa Conference on Electronics, Communications, and Computations (JAC-ECC)*, 2021, pp. 65–68. doi: 10.1109/JAC-ECC54461.2021.9691446.
- [17] C. Chang, S. Panigrahy, and D. K. Das, "Study of Factors Affecting the Performance of CIGS Based Thin Film Solar Cells," in *2023 IEEE Guwahati Subsection Conference (GCON)*, 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/GCON58516.2023.10183637.

- [18] S. E. Khemissi, D. Djamai, and M. Droudj, "Impact of Physical and Technological Parameters on Thin Film Silicon Solar Cells Performance," in *2024 2nd International Conference on Electrical Engineering and Automatic Control (ICEEAC)*, 2024, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICEEAC61226.2024.10576607.
- [19] F. Baskoro, H. W. Fahruri, M. Widyartono, and ..., "MONITORING ARUS, TEGANGAN, DAN SUHU PADA PROTOTYPE THERMOELECTRIC GENERATOR BERBASIS IoT," *J. Tek. ...*, 2021.
- [20] M. S. a. -I. B. Singh, N. M. Nor, T. B. Ibrahim, and M. Z. Rahman, "Photovoltaics Performance Evaluation Using IoT Technology," in *2022 International Conference on Future Trends in Smart Communities (ICFTSC)*, 2022, pp. 176–181. doi: 10.1109/ICFTSC57269.2022.10040053.
- [21] S. Voutsinas, D. Karolidis, I. Voyiatzis, and M. Samarakou, "Development of an IoT power management system for photovoltaic power plants," in *2022 11th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCASST)*, 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/MOCASST54814.2022.9837652.
- [22] S. Priyadarshi, S. Bhaduri, and N. Shiradkar, "IoT Based, Inexpensive System for Large Scale, Wireless, Remote Temperature Monitoring of Photovoltaic Modules," in *2018 IEEE 7th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC) (A Joint Conference of 45th IEEE PVSC, 28th PVSEC & 34th EU PVSEC)*, 2018, pp. 749–752. doi: 10.1109/PVSC.2018.8547354.
- [23] D. Gupta, S. P. Koiry, P. Veerender, P. Jha, C. Sridevi, and A. K. Chauhan, "Modeling and Simulation of Photovoltaic Cell and Module for IoT applications," in *2023 International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT)*, 2023, pp. 728–734. doi: 10.1109/IDCIoT56793.2023.10053556.
- [24] M. R. Putri, F. X. A. Setyawan, and S. Sumadi, "Sistem Kontrol Beban Dan Monitoring Daya Baterai Pada Panel Surya 50Wp Untuk Aplikasi Penerangan Berbasis Internet of Things," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 3, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i3.2640.
- [25] S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things ( IoT ) Ichwan Dwi Wahyu Hermanto".

