

Pengukuran Efisiensi Panel Surya Tipe Polikristalin Berbasis Teknologi IoT

Muhamad Hilmansyah Susanta¹, Sururi², Erwin Darmawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Komputer Politeknik Pajajaran ICB Bandung

Jl. Khp Hasan Mustopa No.155, Pasirlayung, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat 40192

*Email: muhamad.hilmansyah@poljan.ac.id

ABSTRACT

Manual measurement has several disadvantages compared to automatic measurement, especially in terms of accuracy and efficiency. This is because it depends on human ability to read and record data. In this study, the measurement of electrical power generated automatically is stored using the internet network. The electrical power generated is then compared with the capacity of the solar panel to produce the efficiency value of the solar panel. This study used a 20 WP solar panel. Some components include the ESP 32 Microcontroller, Ina 219 Sensor and 20 Watt Resistor. The Ina 219 Sensor reads the power generated by the solar panel which is connected to a 20 Watt resistor. The reading results are processed by the ESP 32 microcontroller and sent via the internet network to be stored automatically. Data collection was carried out for 7 days from 10:00 to 15:00. Based on the measurement results, the highest power generated by the solar panel occurred at 11:00 every day. The highest efficiency value occurred on the 3rd day, which was 5.97%. Meanwhile, the lowest efficiency value occurred on the 5th day, which was 3.73%. The efficiency value is influenced by the intensity of sunlight received by the solar panel. The intensity value is always changing. This change is influenced by several factors including environmental temperature, cloud position and sun movement.

Keywords: IoT Technology ; Efficiency ; Solar Panel ; Polycrystalline ; ESP 32 ; INA 219

1. PENDAHULUAN

Energi baru dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit- pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang semakin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan [1].

Indonesia memiliki potensi energi matahari dengan rata-rata potensi energi 4,80 kWh/m²/hari. Potensi energi surya nasional menjadi hal yang layak untuk didorong pemanfaatannya di Indonesia. Pemenuhan kebutuhan energi listrik saat ini masih bergantung pada sumber energi fosil yang ketersediaannya terbatas. Oleh karena itu dimasa mendatang pemanfaatan sumber energi terbarukan merupakan alternatif yang perlu terus dikembangkan [2].

Menggunakan energi matahari untuk energi listrik adalah cara sederhana untuk menggunakan sel surya sebagai alat untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sel asam fotovoltaiik adalah perangkat semikonduktor permukaan luas dan terdiri dari serangkaian dioda P dan N yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Masalah paling penting dari menerapkan sel surya sebagai sumber energi alternatif adalah efisiensi perangkat sel dan harga manufakturnya [3].

Efisiensi sel surya didefinisikan sebagai perbandingan kinerja listrik yang dihasilkan oleh perangkat sel surya, dibandingkan dengan jumlah energi cahaya yang diperoleh dari sinar matahari[3]. Pada umumnya pengukuran listrik yang dihasilkan oleh sel surya dilakukan secara manual dengan menggunakan alat ukur listrik yakni AVO

meter. Listrik yang dihasilkan di baca lalu di tulis tangan. Teknik pengambilan data secara manual memiliki Kekurangan yakni kemungkinan kesalahan manusia dalam membaca, mencatat, dan menginterpretasi data, serta waktu yang lebih lama yang dibutuhkan untuk proses pengukuran.

Berdasarkan permasalahan diatas dibuatlah sebuah alat untuk memonitoring listrik yang dihasilkan dan disimpan nya secara otomatis di data Excell. Alat ini menggunakan jaringan internet untuk mengirimkan data listrik yang dihasilkan oleh panel surya.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Dalam Melakukan pengukuran daya yang dihasilkan oleh panel surya 20WP. Peneliti melakukan pengambilan data sebanyak 7 kali dari tanggal 21 April – 26 April 2025 dengan rentan waktu 6 Jam. Lokasi pengambilan di Kabupaten Bandung Jawa barat. Peneliti memilih melakukan pengambilan data dimulai pukul waktu 10.00 sampai dengan 15.00 adalah dikarenakan pada kurun waktu tersebut intensitas cahaya matahari bernilai tinggi dan pada jam tersebut energi matahari dalam keadaan optimal.

2.2 Bahan dan alat

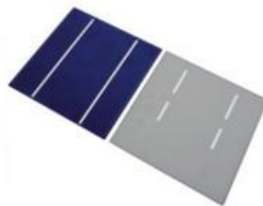
Beberapa Bahan dan alat yang digunakan pada pembuatan alat ini diantaranya: ESP32 merupakan sebuah modul mikrokontroler dengan fitur mode ganda yakni WiFi dan bluetooth yang digunakan untuk mempermudah pengguna dalam membuat berbagai sistem aplikasi dan proyek berbasis IoT (Internet of Things). Ada beberapa pin I/O sehingga Anda dapat mengembangkan untuk memantau atau mengontrol proyek IoT. NODEMCUESP8266 dapat diprogram dengan dengan compiler-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE [4].

Memilih Mikrokontroler ESP32 dibandingkan Mikrokontroler Arduino Uno karna ESP 32 memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, serta kemampuan pemrosesan yang lebih kuat, membuatnya cocok untuk proyek-proyek IoT yang lebih kompleks.



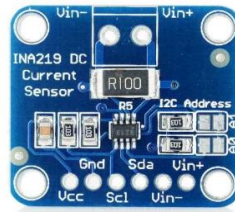
Gambar 1. ESP 32. Sumber: Sulistyorinia et all., 2022.

Untuk jenis sel surya yang satu ini memiliki susunan kristal yang acak karena difabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini membutuhkan luas permukaan yang lebih luas untuk mendapatkan daya yang sama dibandingkan dengan jenis monokristalin. Efisiensi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan monokristalin [5].



Gambar 3. Sel Surya Polikristal. Sumber: Setyaningrum, 2017.

Sensor INA219 adalah sensor yang dapat mengukur tegangan dan arus menggunakan sirkuit listrik. Sensor ini bekerja dengan prinsip efek Hall. Ini mempengaruhi ketegangan sensor oleh medan magnet yang dihasilkan oleh arus [6]. Penggunaan sensor INA219 sebagai alat ukur arus cukup akurat karena sensor INA219 memiliki kesalahan relatif pengukuran yaitu 0,83% dan 2,96% [7].



Gambar 4. Sensor Ina 219. Sumber: Tokopedia.com.

Resistor atau Tahanan adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk mengontrol kuat arus yang mengalir pada suatu rangkaian. Lambang untuk sebuah Resistor dengan huruf R, nilainya dinyatakan dalam satuan OHM (Ω) [7].



Gambar 5. Resistor. Sumber: detik.com.

AVO Meter adalah salah satu jenis alat ukur yang digunakan pada Teknik elektronika dan Teknik Listrik. AVO meter digunakan untuk mengukur nilai tahanan, Tegangan AC, Tegangan DC, Arus listrik dan untuk mengetahui jalur rangkaian elektronika.



Gambar 6. AVO meter. Sumber: suzuki.co.id

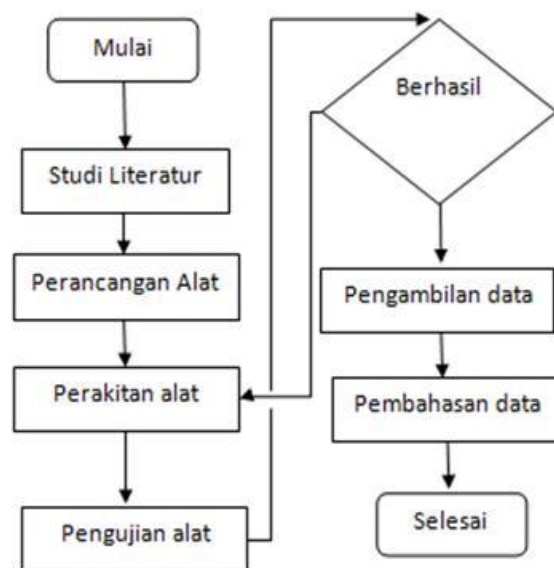
Solder adalah salah satu alat pemanas yang digunakan untuk melelehkan tenol sehingga bisa digunakan untuk menghubungkan kaki komponen dengan PCB (printed circuit board) atau untuk menghubungkan kabel dengan suatu rangkaian elektronika [8].



Gambar 7. Solder Timah. Sumber: edukasielektronika.com

2.3 Prosedur Penelitian

Berikut Flowchart Prosedur Pada penelitian yang berjudul Pengukuran Efisiensi Panel Surya Tipe Polikristalin Berbasis Teknologi IoT.



Gambar 8. Blok Prosedur Penelitian. Sumber: Dukumentasi Pribadi

Berikut Penjelasan dari gambar Blok diagram diatas

1. Studi Lieratur: Pengumpulan data sumber tertulis untuk mendapatkan landasan teori dan informasi yang relevan dengan topik penelitian.
2. Perancangan Alat: Mendesain sebuah alat untuk penelitian
3. Peakitan alat: melakukan Perakitan pada alat untuk penelitian
4. Pengujian alat: alat yang sudah di rakit di uji, apakah berfungsi sesuai dengan perancangan.
5. Pengambilan data: pengambilan data daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya.
6. Pembahasan data: Daya yang sudah di dapat di analisa untuk menghasilkan sebuah kesimpulan.

2.4 Teknik Analisis

Teknik analisis pada penelitian ini menggunakan analisis Kuantitatif. Data Numerik berupa Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Daya listrik yang hasilkan oleh panel surya selalu Dinamis setiap waktunya. Salah satu penyebab Daya listrik panel surya yang dinamis karna posisi matahari yang selalu berubah ubah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran Daya Listrik

Penelitian ini dilakukan sebanyak 7 kali dari tanggal 21 April – 26 April 2025 dengan rentan waktu 6 Jam. pengambilan data dimulai pukul waktu 10.00 sampai dengan 15.00. Berikut hasil penelitian

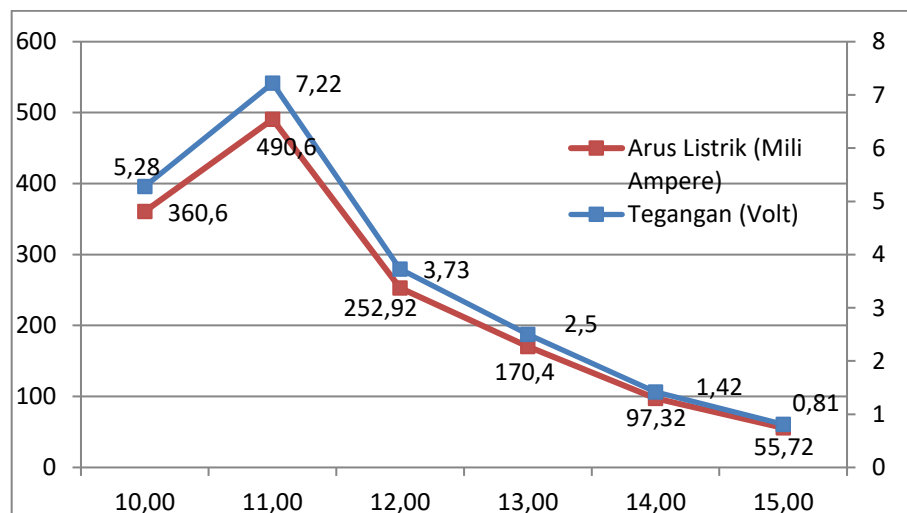


Gambar 9. Peletakan Panel Surya. Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hari Pertama

Tabel 1. Hasil Pengukuran hari 1

Jam	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Mili Ampere)	Daya (Mili Watt)
10.00	5.28	360.6	1905.41
11.00	7.22	490.6	3540.17
12.00	3.73	252.92	942.89
13.00	2.5	170.4	426
14.00	1.42	97.32	138.58
15.00	0.81	55.72	45.24
Rata-rata			1166.38

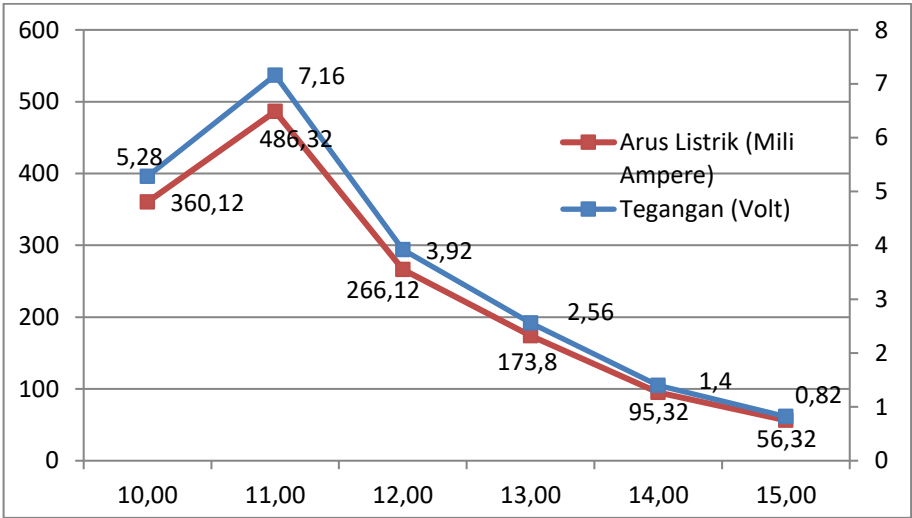


Gambar 10. Grafik Tegangan dan Arus Listrik Terhadap Waktu hari Kesatu
 Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hari Kedua

Tabel 2. Hasil Pengukuran hari ke 2

Jam	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Mili A,pere)	Daya (Mili Watt)
10.00	5.28	360.12	1901.43
11.00	7.16	486.32	3482.05
12.00	3.92	266.12	1044.25
13.00	2.56	173.8	444.23
14.00	1.4	95.32	133.45
15.00	0.82	56.32	46.18
Rata-rata			1175.27

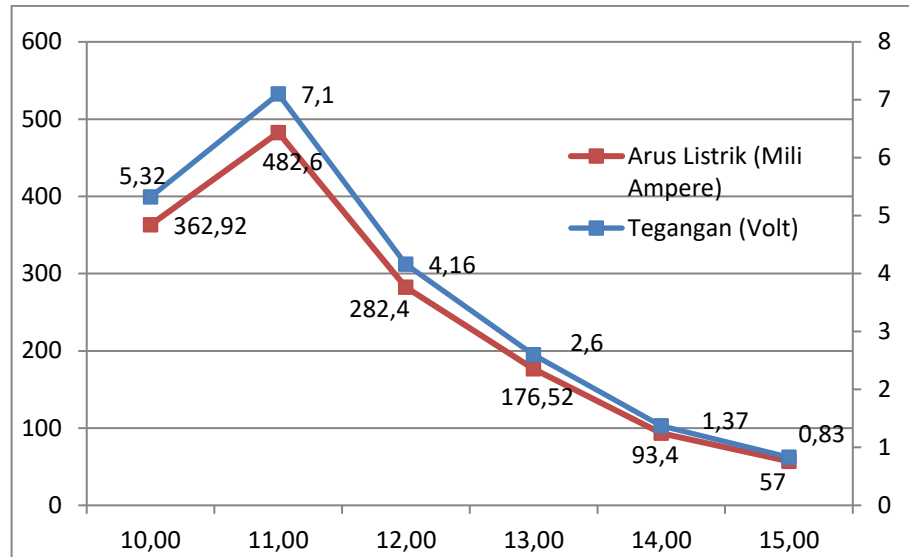


Gambar 11. Grafik Tegangan dan Arus Listrik Terhadap Waktu hari ke 2. Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hari Ketiga

Tabel 3. Hasil Pengukuran hari ke 3

Jam	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Mili A,pere)	Daya (Mili Watt)
10.00	5.32	362.92	1930.73
11.00	7.1	482.6	3426.46
12.00	4.16	282.4	1175.91
13.00	2.6	176.52	458.95
14.00	1.37	93.4	127.77
15.00	0.83	57	47.42
Rata-rata			1194.54

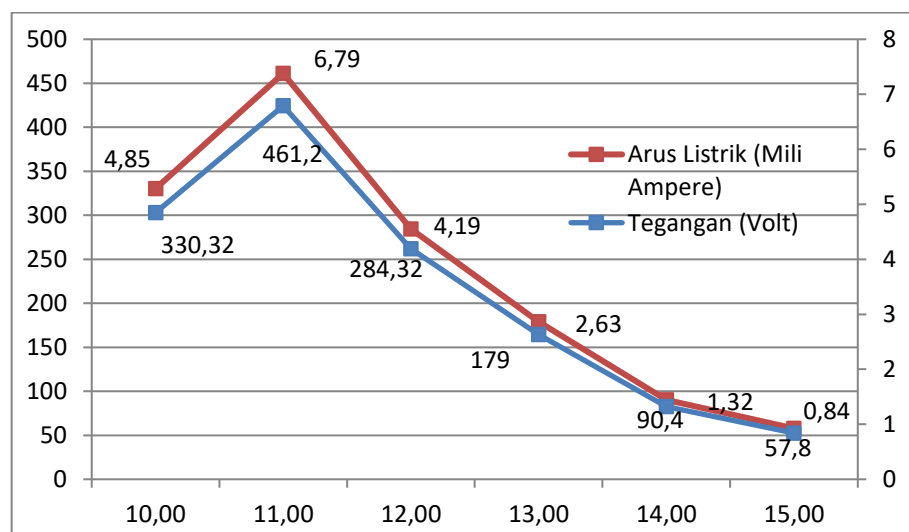


Gambar 12. Grafik Tegangan dan Arus Listrik Terhadap Waktu hari ke 3. Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hari Keempat

Tabel 4. Hasil Pengukuran hari ke 4

Jam	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Mili A,pere)	Daya (Mili Watt)
10.00	5.03	343.52	1727.22
11.00	6.68	454.4	3037.21
12.00	4	270.92	1082.6
13.00	2.67	181.32	483.76
14.00	1.3	89.12	116.21
15.00	0.86	58.8	50.57
Rata-rata			1082.93

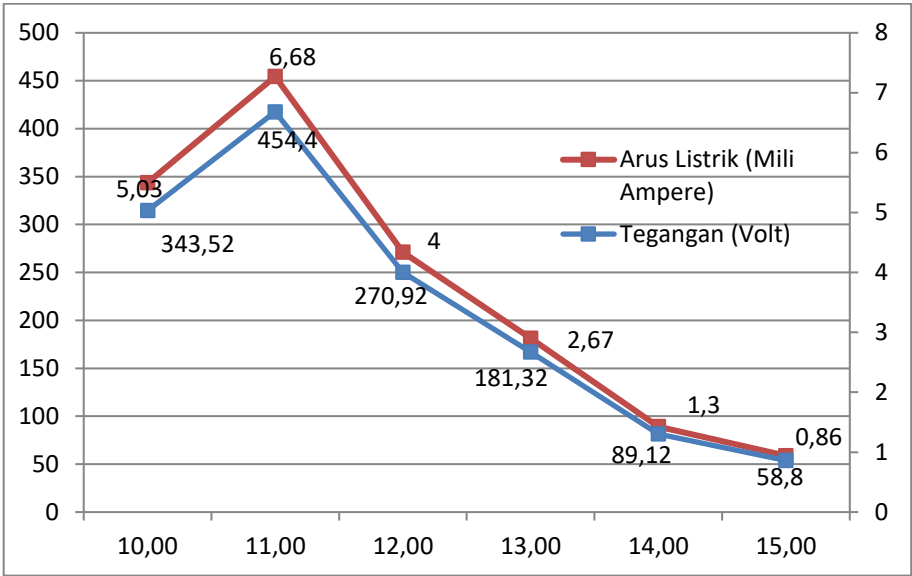


Gambar 13. Grafik Tegangan dan Arus Listrik Terhadap Waktu hari ke 4
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hari Kelima

Tabel 5. Hasil Pengukuran hari ke 5

Jam	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Mili A,pere)	Daya (Mili Watt)
10.00	4.85	330.32	1601.39
11.00	6.79	461.2	3130.63
12.00	4.19	284.32	1191.87
13.00	2.63	179	471.13
14.00	1.32	90.4	119.33
15.00	0.84	57.8	48.78
Rata-rata			1093.86

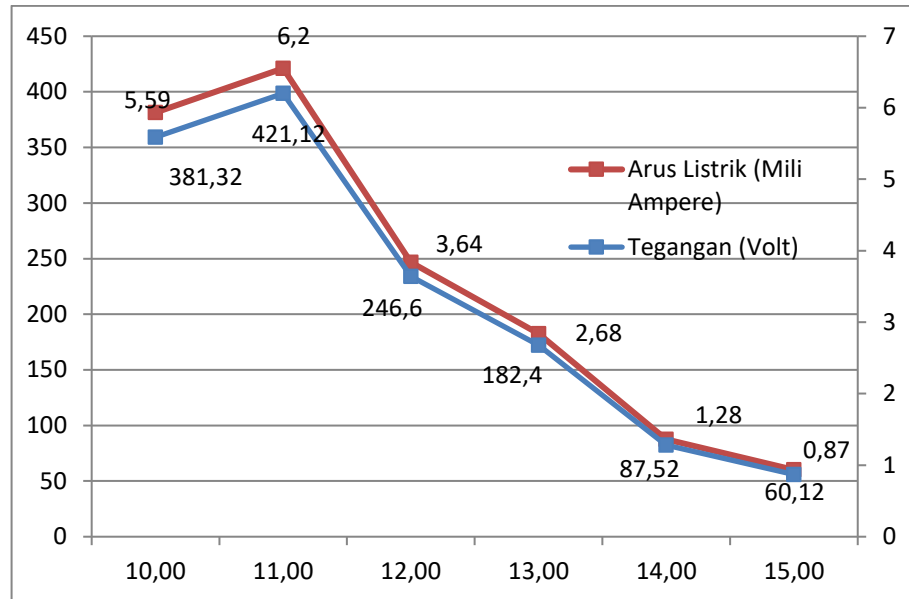


Gambar 14. Grafik Tegangan dan Arus Listrik Terhadap Waktu hari ke 5
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hari Keenam

Tabel 6. Hasil Pengukuran hari ke 6

Jam	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Mili A,pere)	Daya (Mili Watt)
10.00	5.59	381.32	2132.34
11.00	6.2	421.12	2609.26
12.00	3.64	246.6	896.64
13.00	2.68	182.4	488.83
14.00	1.28	87.52	112.38
15.00	0.87	60.12	52.42
Rata-rata			1048.65



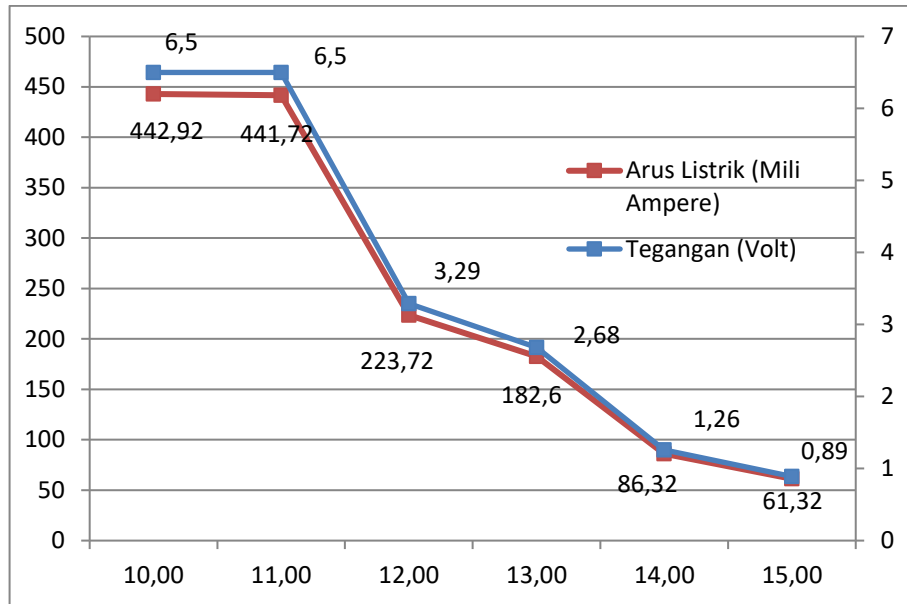
Gambar 15. Grafik Tegangan dan Arus Listrik Terhadap Waktu hari ke 6. Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hari ketujuh

Tabel 7. Hasil Pengukuran hari ke 7

Jam	Tegangan (Volt)	Arus Listrik (Mili A,pere)	Daya (Mili Watt)
10.00	6.5	442.92	2877.21
11.00	6.5	441.72	2871.18
12.00	3.29	223.72	736.49
13.00	2.68	182.6	490.1
14.00	1.26	86.32	109.11
15.00	0.89	61.32	54.45
Rata-rata			1189.76

Berdasarkan Tabel 1-7 Daya listrik yang dihasilkan selalu dinamis setiap jam nya. Hal ini dikarenakan Posisi matahari yang selalu dinamis setiap waktunya yang mengakibatkan intensitas cahaya matahari yang di tangkap panel surya berbeda. Berdasarkan Tabel 1-7 Daya dari jam 10.00 mengalami kenaikan hingga jam 11.00, setelah itu terjadi penurunan daya sampai jam 15.00. Posisi puncak daya maksimum yang dihasilkan panel surya terjadi pada pukul 11.00.



Gambar 16. Grafik Tegangan dan Arus Listrik Terhadap Waktu hari ke 7. Sumber: Dokumentasi Pribadi

3.2 Efisiensi Panel Surya

Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi Panel surya menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

P_{out} = Daya yang dihasilkan panel surya

P_{in} = Daya panel surya (pada penelitian ini menggunakan 20 WP).

Tabel 8. Hasil Nilai Efisiensi

Hari	P Out (Watt)	P in (Watt)	Efisiensi (%)
1	1.17	20	5.83
2	1.18	20	5.88
3	1.19	20	5.97
4	1.09	20	5.47
5	1.08	29	3.73
6	1.05	20	5.24
7	1.19	20	5.95

Berdasarkan pada Tabel diatas Nilai Efisiensi tertinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 5.97% dan nilai efisiensi terendah terjadi pada hari ke 5 sebesar 3.73%. Literature review Pada beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan pengukuran efisiensi panel surya yakni berjudul Analisis Efisiensi Pembangkitan Daya Listrik Modul Surya terhadap Penyinaran Matahari Menggunakan Solar Power Meter Dari hasil pengukuran maka di ketahui efisiensi rata-rata yang didapat 14,88% (9). Penelitian yang berjudul

Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif, Prototipe PLTS ini juga menghasilkan efisiensi sebesar 16,42%(10). Nilai efisiensi di pengaruhi oleh Intensitas cahaya matahari yang di terima oleh panel surya. Nilai intensitas yang selalu berubah. Perubahan ini di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu ,posisi awan dan pergerakan matahari.

Peningkatan suhu cenderung meningkatkan intensitas sinar matahari di permukaan bumi, tetapi efeknya dapat bervariasi tergantung pada kondisi atmosfer dan jenis sinar matahari yang dipertimbangkan. Lokasi awan mempengaruhi intensitas sinar matahari yang mencapai permukaan bumi. Awan dapat menyerap, memantulkan dan mendistribusikan sinar matahari, mengurangi intensitasnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada Penelitian ini diantaranya :

1. Teknik Pengukuran Efisiensi Panel Surya Tipe Polikristalin Berbasis Teknologi IoT berjalan sesuai dengan perancangan. Daya yang dihasilkan oleh panel surya secara otomatis tersimpan sehingga lebih efisien dibandingkan pengukuran secara manual.
2. Penelitian ini menggunakan ukuran panel yang digunakan relatif kecil (20WP) dan pengamatan data hanya dilakukan selama 7 hari dan tidak mempertimbangkan variabel lingkungan lain seperti suhu panel, kondisi cuaca, serta penghalang intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya.
3. Penelitian ini menunjukkan bahwa Daya yang di hasilkan oleh panel surya selalu dinamis setiap jam nya. Daya tertinggi terjadi pada pukul 11.00. Hal ini disebabkan karna intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya cukup besar.
4. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran pada hari 1-7. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 5.97%. Sedangkan nilai efisiensi terendah terjadi pada hari ke 5 sebesar 3.73%.

Adapun Saran untuk pengembangan alat dan penelitian ini diantaranya :

1. Menggunakan sensor intensitas cahaya matahari
2. Menggunakan sensor suhu dan kelembapan untuk mengukur pengaruhnya terhadap efisiensi panel surya.
3. Menggunakan perangkat tambahan Seperti Solar charge controller, Baterai, Inverter dan beban listrik (lampu).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maysha, Ima., Trisno, Bambang & Hasbullah. (2013). Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 dan Thermoelectric Cooler. *Jurnal Electrtrans*, 12 (2), 89-96.
- [2] Samsurizal., Fikri, Miftahul., Makkulau, Andi & Christiono. (2021). Pengaruh Sudut Kemiringan Dan Intensitas Matahari Terhadap Karakteristik Modul Polycrystalline Dengan Metode Regresi Berganda. *Jurnal Fokus Elektroda*, 6(3), 171-175.
- [3] S, Assiddiq, Hasbi.(2017). PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP EFISIENSI SEL FOTOVOLTAIK. *Media Sains*,10(2),162-171.
- [4] Sulistyorinia,Tri., Sofib, Nelly., Sovac Erma.(2022).PEMANFAATAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS ANDROID (BLYNK) SEBAGAI ALAT ALATMEMATIKAN DAN MENGHIDUPKAN LAMPU. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(3),40-53
- [5] Setyaningrum,yuli.(2017).Pengukuran Efisiensi Panel surya Type Monokristalin

dan Karakterisasi Struktur Material Penyusunnya. Institut Teknologi 10 November.https://repository.its.ac.id/3165/1/1113100031-Undergraduate_Theses.pdf

- [6] Ahmad ,Dimas. & Suhermanto,Nur Kholis ,Suhermanto.(2023). Rancang Bangun Kendali Adaptif Motor DC Berdasar Suhu Menggunakan Wemos D1 R1 Dan LoRa. Jurnal Teknik Elektro, 12 (2), 74-83.
- [7] Budi,Wahyu satria., Indrasarib, Widyaningrum & Fahdiranc, Riser.(2020). KARAKTERISASI SENSOR ARUS DAN TEGANGAN UNTUK APLIKASI MAXIMUM POWER POINT TRACKER PADA SISTEM PENYIMPANAN ENERGI LISTRIK PANEL SURYA . Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2020.10.77-82
- [7] Iskandar jaelani., A,U,R,Sherwin., Sompie., J, Dringhuzen., Mamahit.(2016). Rancang Bangun Rumah Pintar Otomatis Berbasis Sensor Suhu, Sensor Cahaya, Dan Sensor Hujan. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, 5(1), 1-10.
- [8] Ariyanto, Dian.(2022). Prototype Alat Penghiasap Asap Solder Menggunakan Sensor Kualitas Udara dan Filter Udara Berbasis IoT. INDONESIAN JOURNAL OF LABORATORY. 5 (2),44-51.
- [9] Putra,Muhammad Syah & Waluyo.(2019). Analisis Efisiensi Pembangkitan Daya Listrik Modul Surya terhadap Penyinaran Matahari Menggunakan Solar Power Meter, DISEMINASI FTL,10(10),1-11
- [10] Hasrul,Rahmat.(2021). Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif, SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri),5(2),79-87