

# Pembersih Panel Surya 50Wp Menggunakan Wiper di Laboratorium Terpadu UNIPMA

Abdi Pratama <sup>a,1</sup>, Dody Susilo <sup>a,2</sup>, Irna Tri Yuniahastuti <sup>a,3\*</sup>

<sup>a</sup> Universitas PGRI Madiun, Jalan Auri No.14-16, Madiun, Indonesia

<sup>1</sup> abditamapro30@gmail.com; <sup>2</sup> susilodody@unipma.ac.id; <sup>3</sup> irnatri@unipma.ac.id\*

\* Penulis Koresponden

## INFO ARTIKEL

### Histori Artikel

21 Agustus 2023

06 September 2023

28 Desember 2023

### Kata Kunci

Efisiensi

Pembersih

*Solar panel cleaner*

Wiper`

## ABSTRAK

Wilayah Indonesia terletak pada garis Katulistiwa. kondisi geografis tersebut menyebabkan sinar matahari di Indonesia mencapai 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Perkembangan teknologi, matahari dapat digunakan sebagai sumber listrik. Sumber listrik energi matahari menggunakan alat yaitu panel surya. Panel surya bisa menurun akibat adanya kotoran, debu, dll. Hal tersebut menyebabkan penurunan daya listrik yang dihasilkan panel surya. Penelitian ini dilakukan di laboratorium terpadu Universitas PGRI Madiun. Tujuan penelitian, menghasilkan prototipe *solar panel cleaner*. Mengetahui efisiensi panel surya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Hasil penelitian ini pengujian dilakukan selama 14 hari dengan waktu 7 jam, yakni jam 09.00-15.00. Alat sebagai pembersih ialah wiper dengan penggerak servo, dikontrol oleh arduino. Daya rata-rata setiap jam sebelum dibersihkan 5,02 Watt efisiensinya 10,04%, setelah dibersihkan 6,65 Watt efisiensinya 13,3%. Sedangkan, daya rata-rata harian yang dihasilkan panel surya sebelum dibersihkan 5,01 Watt efisiensinya 10,02%, sesudah dibersihkan 6,64 Watt efisiensinya 13,28%. Efisiensi dari spesifikasi panel surya 12,97%.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](#).



## 1. Pendahuluan

Listrik sudah menjadi kebutuhan penting bagi setiap orang saat ini, Penggunaan energi listrik saat ini sangat bervariasi tergantung wilayah, dan jenis kegiatan yang dilakukan. Pertumbuhan listrik tidak dapat dicegah namun masyarakat dapat membantu dengan melakukan manajemen listrik yang baik serta mengurangi pemborosan listrik [1] Meningkatnya penggunaan energi listrik menimbulkan kekhawatiran akan ketersediaan energi yang dapat menimbulkan krisis energi. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mengurangi penggunaan tenaga listrik yang berlebihan maka beralih ke sumber daya yang lebih ramah lingkungan seperti energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan ialah energi surya. daya radiasi cahaya matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari di seluruh wilayah Indonesia [2]. Energi surya atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dihasilkan oleh cahaya matahari yang diubah menjadi energi listrik melalui panel surya [3] [4].

Semakin banyak pembangkit listrik tenaga surya semakin banyak pula penggunaan panel surya PV makin meningkat, penggunaan panel surya yang lama tanpa perawatan juga

dapat menurunkan listrik yang dihasilkan. Radiasi matahari yang tidak cukup menyebabkan tingkat konversi yang rendah karena radiasi matahari tidak dapat mencapai penerima modul PV dengan baik dan daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya sangat tergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem [5]. Penurunan ini biasanya disebabkan oleh kotoran, debu [6] [7].

Untuk memastikan panel surya dapat berfungsi secara efektif dan efisien, diperlukan perawatan rutin [8] [9]. Menghilangkan atau membersihkan kotoran pada panel surya merupakan tindakan penting untuk meningkatkan kinerja energi yang dihasilkan. Pembersihan modul surya cukup untuk membuatnya bekerja secara efisien. Pembersihan dibagi menjadi dua metode, pembersihan kering, pembersihan basah. Pembersih kering menggunakan kain, sikat, sementara pembersih basah menggunakan air, cairan kimia tambahan [9] [11].

Penelitian ini melakukan pembersihan dengan metode kering yaitu menggunakan *wiper*, dan penggerak *wiper* berupa servo yang dikontrol oleh arduino uno secara terjadwal.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sekitar Lab Terpadu Universitas PGRI Madiun.

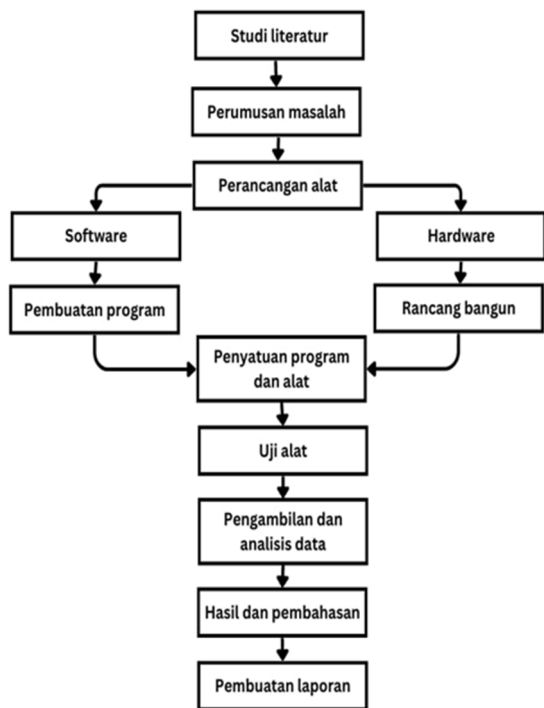
### 2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini memiliki proses pembuatan dan pengujian alat dimana pembersih panel surya *on/off* melalui kontrol otomatis dari RTC. beberapa alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

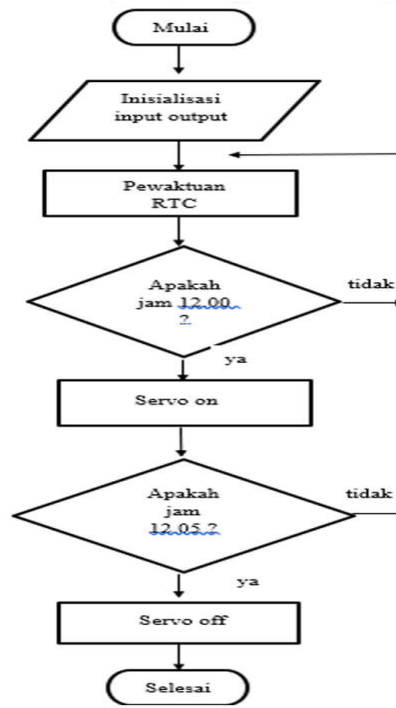
- a. Laptop atau PC
- b. Arduino UNO
- c. Panel Surya 50WP
- d. *Solar Charger Controller*
- e. Watt Meter DC
- f. Inverter 500watt
- g. Wiper
- h. Motor Servo Sg966r
- i. Modul RTC

### 2.3. Tahap Penelitian

Pada langkah ini terdapat blok diagram yang menjelaskan langkah berjalannya penelitian mulai dari awal hingga akhir dan diagram alir sistem yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

## 2.4. Teknik Pengumpulan dan Analisa Data

### 1. Pengumpulan Data

Pengumpulan informasi dilakukan dengan mengunjungi lokasi terkait secara langsung untuk mencatat data terkait dengan topik penelitian.

- a. Pemantauan Visual: Melakukan inspeksi visual di tempat untuk mengidentifikasi kotoran, debu, atau penghalang pada panel surya. Anda dapat mencermati noda atau penumpukan bahan seperti dedaunan, kotoran burung, atau polusi.
- b. Pengukuran Arus dan Tegangan: Menggunakan pengukur arus dan tegangan untuk memeriksa kinerja panel surya. Jika terjadi penurunan produksi energi yang signifikan, hal ini dapat mengindikasikan adanya masalah pada panel surya yang kemungkinan disebabkan oleh penumpukan kotoran.
- c. Catatan Pembersihan: Penting untuk mencatat waktu dan frekuensi pembersihan panel surya. Catatan ini dapat memberikan informasi penting tentang persyaratan pembersihan yang optimal untuk panel surya dan membantu merencanakan jadwal pembersihan di masa mendatang.

### 2. Analisa Data

Penelitian eksperimental merupakan metode yang menggunakan pendekatan kuantitatif.

### 3. Hasil dan Analisis

Dalam melaksanakan pengujian pengukuran arus, tegangan dan daya pada prototipe, peneliti mengumpulkan data selama 14 hari dan dengan interval waktu 7 jam, yakni pada waktu 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00, dan 15.00. Ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan besar arus, tegangan dan daya pada jam- jam itu. Selain itu, pengukuran arus dan tegangan juga dilakukan untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya tersebut.

Peneliti mulai menjemur panel surya pada pukul 09.00 dan pengukuran tegangan, arus dan daya pertama dilakukan pada pukul 09.00 secara langsung dan seterusnya hingga pukul

15.00. peneliti mengumpulkan data pada jangka waktu tersebut dikarenakan matahari menghasilkan energi yang paling efisien hanya selama 7 jam . selain itu, pada periode tersebut kekuatan, pada jangka waktu pukul 09.00 hingga pukul 15.00. Cahaya matahari juga bersinar kuat dalam periode tersebut. Oleh karena itu, peneliti dapat mengetahui seberapa besar daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya secara optimal. daya yang dihasilkan pembangkit tenaga surya diperoleh dari perkalian antara tegangan dan arus dari modul solar cell. Perhitungan daya keluaran menggunakan rumus berikut [10].

$$P = V.I \quad (1)$$

Tabel berikut merupakan hasil pengukuran tanpa pembersih guna memperoleh nilai tegangan, arus dan daya yang dihasilkan panel surya.

**Tabel 1.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-1 dan ke-2

Jam	19 Juni 2023			20 Juni 2023		
	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)
09.00	17,78	0,22	3,9	19,78	0,10	1,9
10.00	17,76	0,39	6,9	19,48	0,10	1,9
11.00	18,04	0,30	5,4	18,85	0,16	3,0
12.00	19,62	0,12	2,3	18,15	0,24	5,4
13.00	17,06	0,35	5,9	17,50	0,50	4,3
14.00	17,41	0,24	4,1	15,43	0,35	4,7
15.00	16,84	0,19	3,1	14,17	0,44	3,0

**Tabel 2.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-3 dan ke-4

Jam	21 Juni 2023			22 Juni 2023		
	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)
09.00	14,11	0,11	1,5	19,82	0,15	2,9
10.00	17,12	0,55	9,4	19,38	0,21	4,0
11.00	17,91	0,50	8,9	18,30	0,31	5,8
12.00	16,71	0,66	11	20,30	0,32	6,4
13.00	16,94	0,66	11,1	18,95	0,25	4,7
14.00	14,18	0,51	7,2	14,12	0,24	3,3
15.00	16,23	0,30	4,8	13,65	0,20	2,7

**Tabel 3.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-5 dan ke-6

Jam	23 Juni 2023			24 Juni 2023		
	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)
09.00	14,65	0,20	2,9	14,79	0,10	1,4
10.00	18,31	0,42	7,6	14,82	0,12	1,7
11.00	18,01	0,57	10,2	19,29	0,15	2,8
12.00	14,82	0,12	1,7	18,79	0,33	6,2
13.00	13,65	0,11	1,5	18,89	0,31	5,8
14.00	14,79	0,10	1,4	19,01	0,28	5,3
15.00	15,07	0,20	3,0	14,65	0,21	3

**Tabel 4.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-7

Tanggal 25 Juni 2023			
Jam	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)
09.00	14,82	0,12	1,7
10.00	18,39	0,44	8
11.00	18,31	0,53	9,7
12.00	18,25	0,55	10
13.00	16,94	0,66	11,1
14.00	14,18	0,51	7,2
15.00	16,23	0,30	4,8

Dari Tabel 1. hingga 4. terlihat perbedaan arus, tegangan dan daya setiap harinya. Hal ini dipengaruhi karena ketebalan debu dan intensitas cahaya matahari yang berbeda-beda tiap harinya selama 14 hari. Bahkan tiap jam juga berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 1. dihari pertama. Dari jam 09.00 sampai jam 15.00, tegangan panel surya naik turun, Sama halnya dengan arus dan daya. Arus dan daya juga mengalami naik turun dikarenakan intensitas dari cahaya matahari yang berubah-ubah dan ketebalan debu.

**Tabel 5.** Daya Rata-Rata Setiap Jam

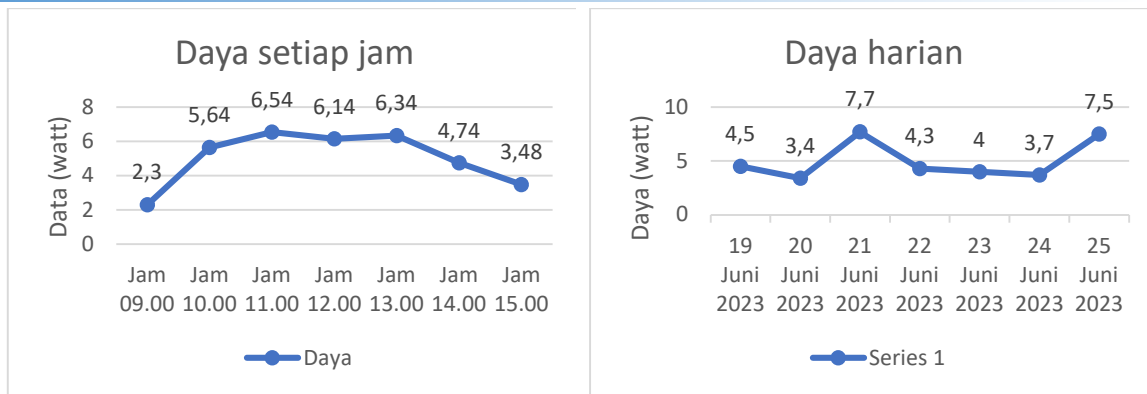
Waktu (Jam)	Daya (Watt)
09.00	2,3
10.00	5,64
11.00	6,54
12.00	6,14
13.00	6,34
14.00	4,74
15.00	3,48
Rata-rata daya	5,02 watt

Selanjutnya pada Tabel 6. adalah rerata daya harian selama satu minggu, berikut hasilnya:

**Tabel 6.** Daya Rata-Rata Harian

Waktu (Tanggal)	Daya (Watt)
19 Juni 2023	4,5
20 Juni 2023	3,4
21 Juni 2023	7,7
22 Juni 2023	4,3
23 Juni 2023	4,0
24 Juni 2023	3,7
25 Juni 2023	7,5
Rata-rata daya	5,01 watt

Dari penghitungan yang ada, maka ditemukanlah nilai daya rata-rata panel surya jika diukur tanpa dibersihkan yaitu sebesar 5,02 watt setiap jamnya dan 5,01 watt setiap harinya. Pada tabel 5 dan 6 adalah data rata-rata daya setiap jam dan harian selama satu minggu.

**Gambar 3.** Grafik Daya Setiap Jam**Gambar 4.** Grafik Daya Harian

Pada Gambar 3. grafik rata-rata bisa dijabarkan daya terendah terdapat pada jam 9 dan 15 yaitu sebesar 2,3 dan 3,48watt. Sementara daya yang besar terdapat pada jam 10 hingga jam 1 siang atau jam 13.00, bernilai 5,64 watt di jam 10, 6,54 watt di jam 11, 6,14 di jam 12, dan 6,34 di jam 13. Sedangkan Pada Gambar 4. dijelaskan bahwa pada tanggal 19 juni 2023 hingga 25 Juni 2023 adalah hasil rata-rata daya harian, daya terbesar atau tertinggi sebesar 7,7 dan 7,5 watt yang terjadi pada tanggal 21 dan 25 Juni ,daya terendah sebesar 3,4 dan 3,7 watt.

Pengukuran dengan pembersih, tabel 7-12 menunjukkan tegangan, arus dan daya yang dihasilkan panel surya saat menggunakan pembersih.

**Tabel 7.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-8 dan ke-9

Tanggal	27 Juni 2023			1 Juli 2023		
	Jam	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (amper)
09.00	13,03	0,10	1,3	12,69	0,10	1,2
10.00	13,01	0,10	1,3	11,07	0,11	1,2
11.00	20,00	0,31	6,2	11,72	0,14	1,6
12.00	20,23	0,15	3,0	11,31	0,16	1,8
13.00	19,91	0,25	4,9	12,75	0,12	1,5
14.00	19,95	0,23	4,5	13,12	0,10	1,3
15.00	19,80	0,30	5,9	14,03	0,12	1,6
15.00	19,70	0,29	5,7	13,51	0,32	4,3

**Tabel 8.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-10 dan ke-11

Tanggal	2 Juli 2023			3 Juli 2023		
	Jam	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (amper)
09.00	19,77	0,36	7,1	14,02	0,16	2,3
10.00	19,73	0,32	6,3	16,31	0,12	1,9
11.00	19,87	0,23	4,5	16,60	0,68	11,2
12.00	19,76	0,19	3,7	17,55	0,78	13,6
13.00	19,62	0,30	5,8	17,98	0,51	9,1
14.00	19,73	0,33	6,5	13,98	0,33	4,6

**Tabel 9.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-12 dan ke-13

Tanggal	4 Juli 2023			5 Juli 2023		
	Jam	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (amper)
09.00	16,42	0,57	9,3	13,12	0,42	5,5
10.00	16,36	0,94	15	16,32	0,27	4,4

Tanggal	4 Juli 2023			5 Juli 2023		
Jam	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)
11.00	15,97	1,40	22,3	14,58	0,20	2,9
12.00	18,23	1,12	20,4	13,32	0,71	9,4
13.00	14,81	1,68	24,8	14,29	0,92	13,1
14.00	17,69	0,74	13,0	14,56	1,06	15,4
15.00	17,62	0,28	4,9	15,31	0,87	13,3

**Tabel 10.** Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Hari ke-14

Tanggal	6 Juli 2023		
Jam	Tegangan (volt)	Arus (amper)	Daya (watt)
09.00	13,22	0,33	4,3
10.00	13,39	0,32	4,2
11.00	13,43	0,34	4,5
12.00	13,65	0,36	4,9
13.00	13,59	0,39	5,3
14.00	13,57	0,33	4,4
15.00	14,71	0,31	4,5

Dari Tabel 7. hingga Tabel 10. serupa dengan tabel pengukuran tegangan, arus dan daya jika tanpa pembersih, tegangan dan arus yang dihasilkan panel juga selalu berfluktuasi atau berubah-ubah karena ketebalan debu yang bervariasi dan intensitas cahaya matahari yang selalu berubah-ubah.

Sama dengan tabel sebelumnya hasil perhitungan tegangan dikali arus yang menghasilkan keluaran berupa daya, daya kemudian dirata-rata. Berikut adalah hasil rata-rata daya pada panel surya setelah dibersihkan Tabel 11. dan Tabel 12.

**Tabel 11.** Rata-Rata Daya Setiap Jam

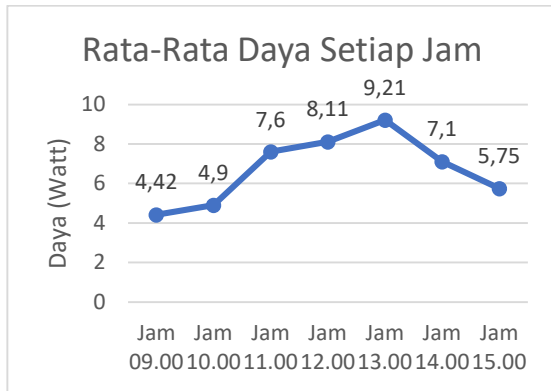
Waktu (Jam)	Daya (Watt)
09.00	4,42
10.00	4,9
11.00	7,6
12.00	8,11
13.00	9,21
14.00	7,1
15.00	5,75
Rata-rata daya	6,65 watt

**Tabel 12.** Rata-Rata Daya Harian

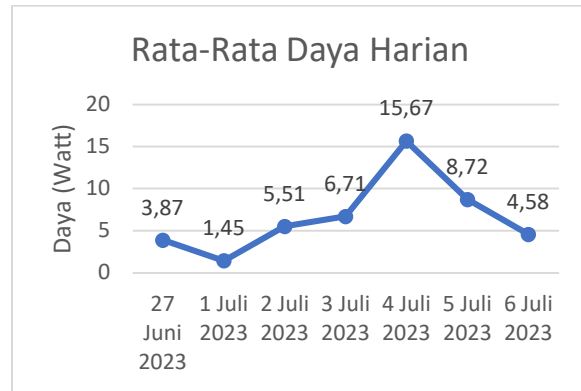
Waktu (Tanggal)	Daya (Watt)
27 Juni 2023	3,87
1 Juli 2023	1,45
2 Juli 2023	5,51
3 Juli 2023	6,71
4 Juli 2023	15,67
5 Juli 2023	8,72
6 Juli 2023	4,58

Waktu (Tanggal)	Daya (Watt)
Rata-rata daya	6,64 watt

Maka ditemukanlah nilai daya rata-rata setiap jam dan harian panel surya jika diukur setelah dibersihkan yaitu dengan nilai 6,65 setiap jamnya dan 6,64 watt harian selama seminggu. Dari tabel 11 dan tabel 12 dapat digambarkan grafik seperti pada Gambar 5. dan Gambar 6.



Gambar 5. Grafik Daya Setiap Jam



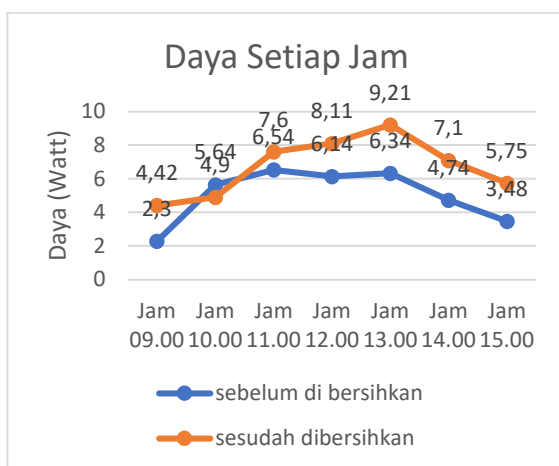
Gambar 6. Grafik Daya Harian

Rata-rata daya yang dihasilkan diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.

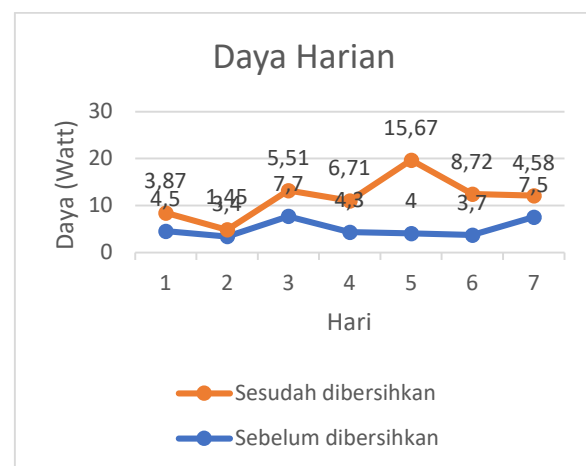
$$\bar{x} = \frac{1}{n} (\sum x) \tag{2}$$

Jadi, rata-rata daya yang dihasilkan panel surya setiap jam jika tanpa dibersihkan yaitu sebesar 5,02 watt dan sesudah dibersihkan 6,65 watt. Sedangkan, rata-rata daya yang dihasilkan panel surya harian jika tanpa dibersihkan yaitu sebesar 5,01 watt dan sesudah dibersihkan sebesar 6,64 watt. Gambar 7 merupakan grafik daya setiap jam dan Gambar 8. grafik daya harian yang dihasilkan panel.

Efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dan sesudah dibersihkan dapat dirumuskan seperti berikut, efisiensi daya listrik yang dihasilkan panel surya setiap jam, sebelum di bersihkan sebesar 10,04 % dan sesudah dibersihkan sebesar 13,3 %. Sedangkan efisiensi daya listrik yang dihasilkan panel surya harian sebelum dibersihkan sebesar 10,02 % dan sesudah dibersihkan 13,28 %.



Gambar 7. Grafik Daya Setiap Jam



Gambar 8. Grafik Daya Harian

#### 4. Kesimpulan



Pembersihan pada panel surya menggunakan wiper ini dirasa kurang sempurna. Beberapa bagian dari panel surya masih kotor, sehingga daya listrik kurang maksimal. Peneliti menyarankan penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut seperti, penambahan sensor tegangan atau system yang berbasis IOT. Penelitian ini diaplikasikan langsung pada panel surya 50 Wp dan bukan sebuah prototipe.

### **Pengakuan dan Penghargaan**

Penelitian ini didukung oleh Pogram studi Teknik Elektro, Universitas PGRI Madiun dan ucapan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memeberikan dukungan finansial pada penelitian ini.

### **Referensi**

- [1] Y. S. A. Gumilang, M. S. Hadi dan D. Lestari, "Stopkontak Pintar berbasis internet of things sebagai solusi manajemen energi listrik dengan menggunakan aplikasi android," *Jurnal aplikasi sains, informasi, elektronika dan komputer (JASIEK)*, vol. 4, no. 2, pp. 55-66, 2022.
- [2] I. T. Yuniahastuti, R. D. Laksono, I. M. Fitriani dan A. Firmansyah, "OPTIMASI PERANCANGAN SOLAR CELL CLEANER MENGGUNAKAN WIPER," dalam *SNAPMA*, Madiun, 2023.
- [3] I. M. Muhammad, C. Sari dan I. T. Yuniahastuti, "ANALISIS POTENSI PANEL SURYA 50 WP di LAB TERPADU UNIVERSITAS PGRI MADIUN," *Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa (JSCR)*, vol. 5, no. 2, pp. J4-1-9, 2023.
- [4] I. T. Yuniahastuti, I. Anshori dan I. Robandi, "Load frequency control (LFC) of micro-hydro power plant with Capacitive Energy Storage (CES) using Bat Algorithm (BA)," dalam *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, Semarang, 2016.
- [5] A. Wimatra, "Peningkatan daya keluaran PLTS dengan menggunakan pendingan pada permukaan panel," *Jurnal Teknik Elektro dan Telekomunikasi*, vol. 8, no. 2, pp. 69-75, 2021.
- [6] K. B. Amit Kumar Mondal, "A brief history and future aspects in automatic cleaning systems for solar photovoltaic panels," *Advanced robotics*, pp. 515-524, 2015.
- [7] J. F. Derakhshandeh, R. Alluqman, S. Mohammad, H. AlHussain, G. AlHendi, D. AlEid dan Z. Ahmad, "A comprehensive review of automatic cleaning systems of solar panels," *Elsevier (Sustainable energy technology and assessment)*, vol. 47, 2021.
- [8] M. G. Hudedmani, G. Joshi, U. R. M dan A. Revenkar, "A comparative study of dust cleaning methods for the solar PV panels," *advance journal of graduate research*, pp. 24-29, 2017.
- [9] E. Kabira, P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodun dan K.-H. Kim, "Solar energy: Potential and future prospects," *Elsevier (Renewable and Sustainable Energy Reviews)*, pp. 894-900, 2018.

- [10] K. Jaiganesh, K. B. S. Reddy, B. Shobhitha dan B. D. Goud, "Enhancing the efficiency of rooftop solar photovoltaic panel with simple cleaning mechanism," *Materials Today: Proceedings*, vol. 51, no. 1, pp. 411-415, 2022.
- [11] M. R. W. Kusuma, E. Apriakar dan Djuniadi, "Rancang bangun sistem pembersih otomatis pada solar panel menggunakan wiper berbasis mikrokontroller," *Techne: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 19, no. 01, pp. 23-32, 2020.
- [12] A. Alim dan S. D. R. Hamid Abdillah, "Analisis perbandingan daya keluaran modul solar cell 50 WP terhadap penambahan," *Vocational Education National Seminar (VENS)*, vol. 1, no. 1, pp. 110-115, 2022.



Abdi Pratama, Ponorogo, 30 Oktober 2000. Menempuh pendidikan sarjana mulai tahun 2019, Di Universitas PGRI Madiun dan tahun 2023 ( Belum lulus studi). Tempat bekerja. Minat penelitian energi terbarukan.

Alamat Email: [abditamapro30@gmail.com](mailto:abditamapro30@gmail.com)



Dody Susilo, lahir di Pekanbaru, 06 Maret 1991. memperoleh gelar Sarjana dari Teknik Elektro UNIBRAW Malang pada, Magister dari Teknik Elektro ITS Surabaya , Indonesia pada, Saat ini, ia bekerja di Teknik Elektro, Universitas PGRI Madiun sebagai Dosen dan Peneliti. Minat penelitiannya adalah Elektronika dan IoT.

Alamat Email: [susilodody@unipma.ac.id](mailto:susilodody@unipma.ac.id)



Irna Tri Yuniahastuti, lahir di Madiun, 15 Juni 1991. memperoleh gelar Sarjana dari Universitas Negeri Surabaya (Indonesia) jurusan pendidikan teknik elektro pada tahun 2013, Magister dari Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh November, Indonesia pada 2016, Saat ini, ia bekerja di Teknik Elektro, Universitas PGRI Madiun sebagai Dosen dan Peneliti. Bidang penelitian adalah optimasi energi terbarukan, optimasi sistem tenaga

Alamat Email: [irnatri@unipma.ac.id](mailto:irnatri@unipma.ac.id)