

PROTOTYPE SISTEM PENDINGIN AIR DAN PENGHILANG KOTORAN PADA PANEL SURYA

Wahyu Gunawan¹, Purwiyanto², Arif Sumardiono^{3*}

Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekatronika, Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap, Indonesia ^{1,2,3}

*korespondensi: arifsumardiono@pnc.ac.id

Abstract

Solar panels are one of the environmentally friendly alternative energy options and have a significant unlimited potential. However, they need appropriate maintenance and cooling to maximize performance. Previous studies have identified a number of studies have attempted to address these issues through the implementation of automated cooling systems that rely on microcontrollers. The results of previous studies have shown that the implementation of cooling systems has successfully reduced the average surface temperature of solar panels, which in turn increases the overall power and efficiency of the system. However, most of these systems utilize LCD screens for monitoring. In order to overcome these problems, the objective of this research is to develop a system for cooling and cleaning solar panels using wipers that can be set according to a specific time schedule. In addition, this system also has the ability to be monitored and controlled through a mobile application in the form of a user interface, namely Blynk, making it easier for users to monitor and control the operation of solar panels. The results of this study provide an average voltage value of 21.34 V in normal conditions, 21.27 V in dusty conditions, and 21.91 V in cleaned conditions. There is an average temperature value of 46.2°C in normal conditions, 45.74°C in dusty conditions, and 39.34°C in cleaned conditions. Based on this information, after cleaning, the voltage will increase and the temperature will decrease compared to normal or dusty conditions.

Keywords: Microcontroller, PLTS, Renewable Energy.

Abstrak

Panel surya adalah salah satu opsi energi alternatif yang ramah lingkungan dan memiliki potensi yang tak terbatas secara signifikan. Tetapi perlu perawatan dan pendinginan yang sesuai untuk memaksimalkan kinerja. Studi sebelumnya sudah mengenali batasan-batasan seperti penumpukan debu dan kotoran, serta pemanasan berlebih yang bisa mengurangi efisiensi kinerja panel surya. Sejumlah penelitian telah berupaya mengatasi isu tersebut melalui penerapan sistem pendinginan otomatis yang mengandalkan mikrokontroler. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa implementasi sistem pendingin telah berhasil mengurangi suhu rata-rata permukaan panel surya, yang pada gilirannya meningkatkan daya dan efisiensi keseluruhan sistem. Namun, sebagian besar sistem ini menggunakan layar LCD untuk pemantauan. Dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem pendinginan dan membersihkan panel surya dengan menggunakan wiper yang dapat diatur sesuai dengan jadwal waktu tertentu. Selain itu, sistem ini juga memiliki kemampuan dapat dipantau dan dikontrol melalui aplikasi mobile berupa user interface yaitu blynk sehingga memudahkan pengguna dalam memantau dan mengontrol pengoperasian panel surya. Hasil penelitian ini memberikan nilai tegangan rata-rata sebesar 21,34 V dalam kondisi normal, 21,27 V dalam kondisi berdebu, dan 21,91 V dalam kondisi dibersihkan. Dan terdapat nilai suhu rata-rata sebesar 46,2 °C pada kondisi normal, suhu 45,74 °C pada kondisi berdebu, serta suhu 39,34 °C dalam keadaan dibersihkan. Berdasarkan informasi tersebut, setelah dilakukan pembersihan, tegangan akan meningkat dan suhu akan menurun dibandingkan kondisi normal atau berdebu.

Kata Kunci: Energi Terbarukan, Mikrokontroler, PLTS.

I. PENDAHULUAN

Panel surya adalah susunan sel surya yang disusun untuk menyerap sinar matahari secara efisien. Sel surya menyerap sinar matahari, sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen fotovoltaik, atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Secara umum sel surya terdiri dari lapisan silikon yang merupakan semikonduktor, logam, zat anti reflektif, dan konduktor logam.

Energi surya merupakan sumber energi yang ketersediaannya relatif tidak terbatas, ramah lingkungan, dan energi ini dapat dijadikan energi alternatif yang diubah menjadi listrik. Banyak perusahaan perumahan atau industri yang telah memasang PLTS, namun sebagian besar pemeliharaannya masih dilakukan secara manual oleh tenaga manusia. Jika panel surya tidak dirawat secara rutin maka akan terjadi beberapa kendala seperti cepat kotor, timbunan debu yang dapat menurunkan kinerja panel surya. Mengenai hal lain yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya yaitu kondisi panel surya pada suhu yang sangat tinggi melebihi persyaratan panel surya dan menyebabkan kerusakan yang cepat.

Rata-rata panel surya bekerja dengan baik pada suhu 25°C, sedangkan suhu rata-rata di Indonesia bervariasi

antara 30°-35°C. Pembersihan dan pendinginan permukaan panel surya secara berkala merupakan salah satu strategi pengoperasian sistem PLTS yang bertujuan untuk meningkatkan daya, efisiensi dan efektivitas sistem.

Menurut Putrani dkk. (2021) penelitian berjudul Sistem Pendinginan Menggunakan Air untuk Mengoptimalkan Kinerja Panel Surya Berbasis Arduino. Sebuah penelitian dengan menggunakan sensor suhu dan relay menyimpulkan bahwa hal tersebut dapat menurunkan suhu rata-rata permukaan panel surya sebesar 27,56 °C, namun kelemahan dari penelitian ini adalah tidak dapat dipantau melalui internet atau telepon seluler. Telepon

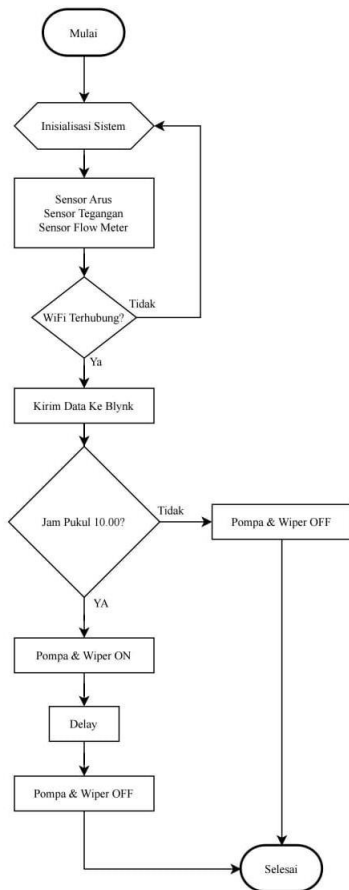
Penelitian yang dilakukan oleh Rahajoeningroem dkk (2022) tentang sistem pendingin otomatis panel surya untuk meningkatkan daya keluaran berbasis mikrokontroler dengan menggunakan sensor arus, sensor tegangan, sensor cahaya, relay dan layar LCD menyimpulkan bahwa ketika panel surya tanpa sistem pendingin, maka tegangan keluaran rata-rata rata-rata 19,83 V, arus 1,1 A dan daya 22,32 watt. Bila panel surya menggunakan sistem pendingin, rata-rata tegangan keluarannya adalah 20,7 V, arusnya 1,34 A, dan dayanya 27,8 watt. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu proses pelacakan masih dilakukan secara manual menggunakan layar LCD.

Berdasarkan fakta tersebut, panel surya dilengkapi dengan sistem pendingin air dan pembuangan kotoran dengan wiper yang dapat dikontrol sesuai waktu yang

ditentukan dan sistem juga dapat dikontrol dengan aplikasi mobile *phone*.

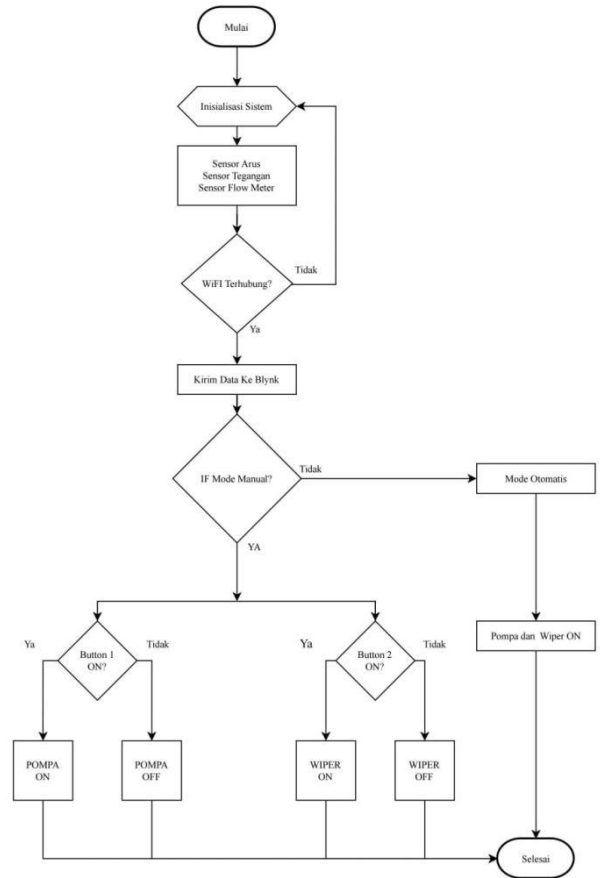
II. METODE

Sistem ini diproduksi dengan menggunakan metode perancangan, tahapan metode perancangan yaitu analisis kebutuhan sistem, perancangan, pembuatan dan pengujian. Data hasil pengukuran diperoleh selama desain alat dan studi kinerja. Berikut ini diagram alir prototype sistem pendingin air dan pembuangan kotoran panel surya ditunjukkan pada Gambar 1.



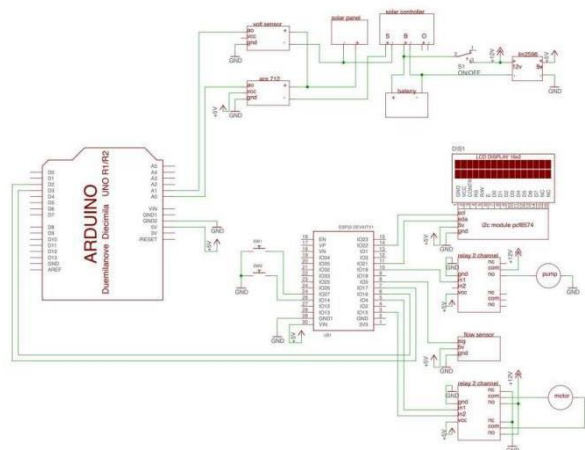
Gbr 1. Flowchart Sistem Otomatis

Berdasarkan flowchart di atas, pada saat sistem dinyalakan, sensor aktif dan mulai membaca. Seluruh hasil pembacaan sensor kemudian dikirim ke Arduino Uno dan kemudian diteruskan ke ESP32 untuk menampilkan Blynk. Sistem ini mempunyai mode otomatis, ketika sistem diatur pada waktu tertentu maka pompa dan wiper bekerja bersama sesuai dengan timer yang telah diatur. Ketika timer telah mencapai batas waktu yang ditentukan, pompa dan wiper akan mati secara otomatis.



Gbr 2. Flowchart Sistem Manual

Berdasarkan flowchart pada Gambar 2, terdapat sistem manual dengan menekan tombol selesai pada aplikasi Blynk. Terdapat 2 tombol yaitu tombol pompa dan tombol wiper, menekan tombol pompa akan menghidupkan pompa dan menekan tombol akan memulai menyeka.



Gbr 3. Wiring Sistem

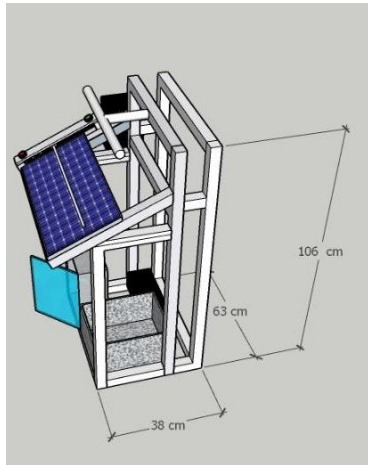
Berdasarkan Gambar 3, terdapat wiring dengan beberapa komponen yang saling berhubungan. Catu daya merupakan sumber utama baterai yang dihubungkan ke

modul LM2596 dan blok terminal. Fungsi modul LM2596 adalah untuk menurunkan tegangan 12V menjadi 5V untuk memberi daya pada Arduino Uno dan ESP32, karena komponen tersebut memerlukan daya keluaran 5V, sedangkan pompa dan Electric Windows memerlukan daya 12V yang dihubungkan ke blok terminal.

Sensor arus dan tegangan diambil sebelum arus dan tegangan masuk ke solar charger. Pengkabelan pada sistem ini memiliki 2 relay yang menghidupkan dan mematikan pompa DC atau power window. Arduino uno membaca sensor arus dan tegangan, sedangkan ESP32 menerima pembacaan dari Arduino uno dan menjalankan perintah dalam sistem yang diprogram. LCD I2C menampilkan informasi tanggal, waktu, nilai arus, tegangan, daya dan energi yang berasal dari panel surya ke SCC.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan mekanik digunakan besi siku dan besi hollow dengan tebal 1,2 mm dan lebar 3x3 cm. Panjang rangka sistem adalah 63 cm, lebar 38 cm, dan tinggi 106 cm.



Gbr 1. Desain Kerangka Alat



Gbr 2. Gambar Alat Keseluruhan

A. Pengujian Output Panel Surya dengan Beban

Data tegangan dan arus panel surya digunakan untuk menguji tegangan yang dihasilkan panel surya 30 Wp dengan beban ringan 20 W dalam kondisi berdebu atau kotor dan setelah dibersihkan.

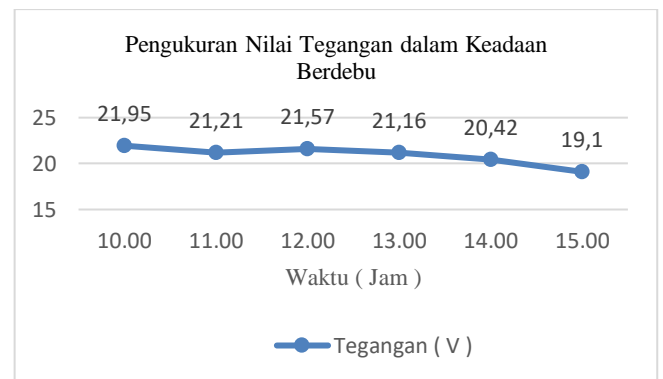
1) Keadaan Berdebu atau Kotor

Tbl 1.

Hasil Pengujian Panel Surya dengan Beban dalam Keadaan Berdebu

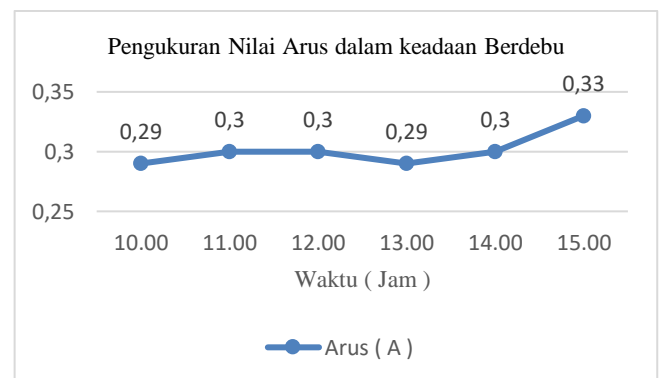
No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Intensitas (Lux)
1	10.00	21,95	0,29	44500
2	11.00	21,21	0,30	41600
3	12.00	21,57	0,30	67090
4	13.00	21,16	0,29	78698
5	14.00	20,42	0,30	47313
6	15.00	19,10	0,33	17500
Total		125,41	1,81	302934
Rata-Rata		20,9	0,30	50489

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa nilai tegangan dan arus yang dihasilkan antara pukul 10.00 hingga 15.00 WIB mengalami kenaikan dan penurunan akibat perbedaan kondisi cuaca yang mempengaruhi penyerapan sinar matahari dan luas panel surya. Berdasarkan hasil pengukuran, tegangan rata-rata sebesar 20,9V dan arus rata-rata sebesar 0,30A.



Gbr 3. Grafik Pengukuran Tegangan dalam Keadaan Berdebu

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan grafik bahwa terdapat perbedaan nilai tegangan setiap 1 jam yang diawali dari jam 10.00-15.00 WIB, nilai tegangan rata-rata yang dihasilkan sebesar 20,9V.



Gbr 4. Grafik Pengukuran Arus dalam Keadaan Berdebu

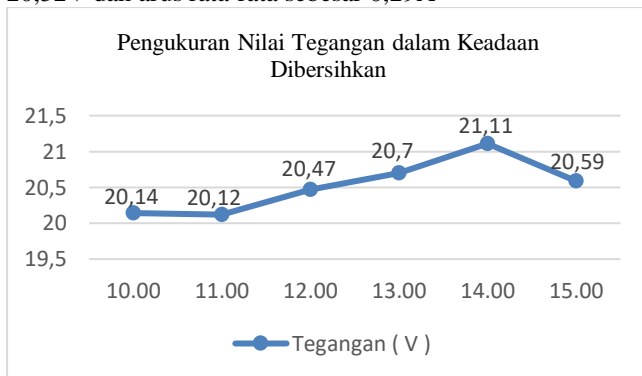
Berdasarkan gambar 4 menunjukkan grafik bahwa terdapat perbedaan nilai arus setiap 1 jam yang diawali dari jam 10.00-15.00 WIB, nilai arus rata-rata yang dihasilkan sebesar 0,30A.

2) Keadaan Dibersihkan

Tbl 2. Hasil Pengujian Panel Surya dengan Beban dalam Keadaan Dibersihkan

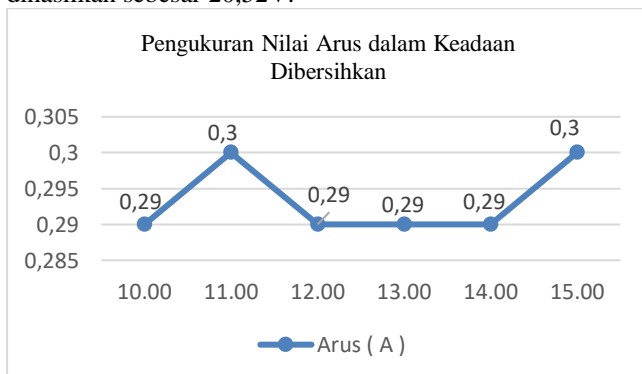
No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Intensitas (Lux)
1	10.00	20,14	0,29	45600
2	11.00	20,12	0,30	52200
3	12.00	20,47	0,29	44400
4	13.00	20,70	0,29	43400
5	14.00	21,11	0,29	41600
6	15.00	20,59	0,30	33800
Total		123,13	1,76	261000
Rata-Rata		20,52	0,29	43500

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa nilai tegangan dan arus yang dihasilkan mulai dari jam 10.00-15.00 WIB mengalami kenaikan dan penurunan karena perbedaan kondisi cuaca dan keadaan area panel surya yang mempengaruhi penyerapan sinar matahari. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan tegangan rata-rata sebesar 20,52V dan arus rata-rata sebesar 0,29A



Gbr 5. Grafik Pengukuran Tegangan dalam Keadaan Dibersihkan

Berdasarkan gambar 5 menunjukkan grafik bahwa terdapat perbedaan nilai tegangan setiap 1 jam yang diawali dari jam 10.00-15.00 WIB, nilai tegangan rata-rata yang dihasilkan sebesar 20,52V.



Gbr 6. Grafik Pengukuran Tegangan dalam Keadaan Dibersihkan

Berdasarkan gambar 6 menunjukkan grafik bahwa terdapat perbedaan nilai arus setiap 1 jam yang diawali dari jam 10.00-15.00 WIB, nilai arus rata-rata yang dihasilkan sebesar 0,29A.

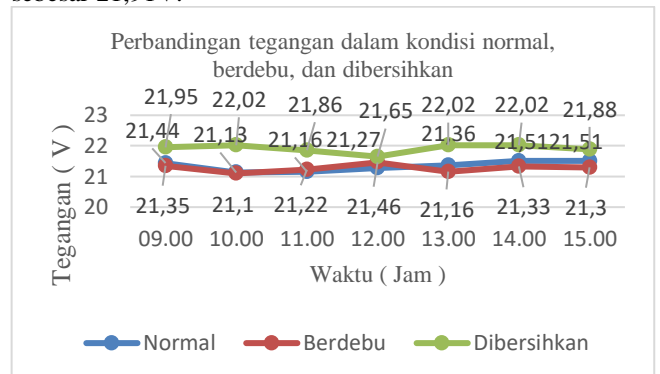
B. Pengujian Output Panel Surya tanpa Beban

Dalam pengujian pengambilan data tegangan panel surya terdapat 3 pengujian dengan kondisi yang berbeda yaitu kondisi normal, berdebu, dan dibersihkan selama 7 jam mulai dari jam 09.00-15.00 WIB.

Tbl 3. Hasil Pengujian Tegangan dalam kondisi normal, berdebu, dan dibersihkan

Waktu	Tegangan (V)		
	Normal	Berdebu	Dibersihkan
09.00	21,44	21,35	21,95
10.00	21,13	21,10	22,02
11.00	21,16	21,22	21,86
12.00	21,27	21,46	21,65
13.00	21,36	21,16	22,02
14.00	21,51	21,33	22,02
15.00	21,51	21,30	21,88
TOTAL	149,38	148,92	153,4
Rata²	21,34	21,27	21,91

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa nilai tegangan yang dihasilkan mulai dari jam 09.00-15.00 WIB mengalami kenaikan dan penurunan karena perbedaan kondisi cuaca dan keadaan area panel surya yang mempengaruhi penyerapan sinar matahari. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan tegangan rata-rata sebesar 21,34V dalam keadaan normal, tegangan rata-rata sebesar 21,27V dalam keadaan berdebu, dan tegangan rata-rata sebesar 21,91V.



Gbr 7. Grafik Perbandingan Tegangan dalam Kondisi Normal, Berdebu, dan Dibersihkan

Berdasarkan Gambar 7 pada grafik terlihat terdapat perbedaan nilai tegangan yang dihasilkan masing-masing 1 pada pukul 09.00 hingga pukul 15.00 WIB. Garis biru merupakan hasil pengukuran tegangan pada saat panel surya dalam kondisi normal, garis merah merupakan hasil pengukuran tegangan pada saat panel surya berdebu atau kotor, garis hijau merupakan hasil pengukuran tegangan pada saat panel surya dibersihkan. Faktor penyebab terjadinya perbedaan tegangan ini disebabkan oleh perbedaan kondisi cuaca dan kondisi panel surya yang mempengaruhi penyerapan sinar matahari antara pukul 09:00 hingga 15:00 WIB. Berdasarkan gambar 7 tegangan rata-rata yang dihasilkan pada saat pembersihan memberikan nilai sebesar 21,91 V, sedangkan pada kondisi berdebu sebesar 21,27 V dan pada kondisi normal sebesar 21,34 V, dimana tegangan yang dibersihkan lebih tinggi. Tegangan. nilai tegangan rata-rata dibandingkan dengan kondisi normal atau berdebu.

C. Pengujian Suhu pada Panel Surya

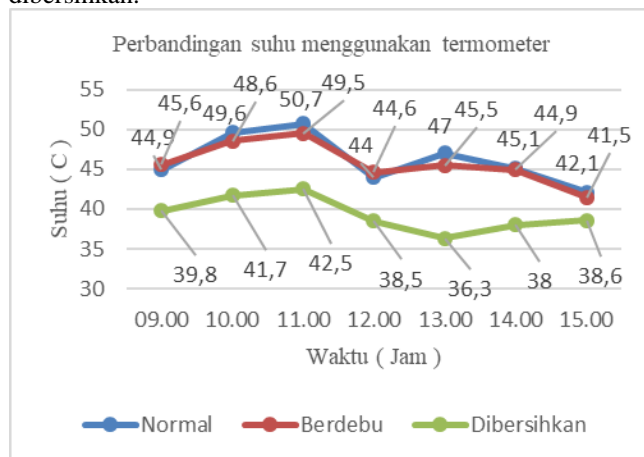
Pengambilan data tegangan pada panel surya dilakukan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan panel surya 30 Wp saat kondisi berdebu atau kotor dan sesudah dibersihkan.

Tbl 4.

Hasil Pengujian suhu panel surya menggunakan thermometer

Waktu	Keadaan suhu panel surya		
	Normal	Berdebu	Dibersihkan
09.00	44,9	45,6	39,8
10.00	49,6	48,6	41,7
11.00	50,7	49,5	42,5
12.00	44,0	44,6	38,5
13.00	47,0	45,5	36,3
14.00	45,1	44,9	38,0
15.00	42,1	41,5	38,6
Rata²	46,2	45,74	39,34

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa suhu yang dihasilkan dari jam 09.00-15.00 WIB mengalami kenaikan dan penurunan karena perbedaan kondisi cuaca dan keadaan area panel surya yang mempengaruhi penyerapan sinar matahari. Dalam pengujian ini dilakukan 3 kondisi yang berbeda yaitu kondisi normal, kondisi berdebu, dan kondisi dibersihkan.



Gbr 8. Grafik Perbandingan suhu dalam Kondisi Normal, Berdebu, dan Dibersihkan

Berdasarkan gambar 8 menunjukkan grafik bahwa terdapat penurunan suhu dengan kondisi yang berbeda yaitu kondisi normal terdapat suhu rata-rata sebesar 46,2 °C, kondisi berdebu terdapat suhu rata-rata sebesar 45,74 °C, dan kondisi dibersihkan terdapat suhu rata-rata sebesar 39,34 °C. Sehingga terdapat selisih suhu normal dengan berdebu sebesar 0,83 °C, dan selisih normal dengan dibersihkan sebesar 6,86 °C

IV. KESIMPULAN

Prototipe pendingin air dan penghilang kotoran dirancang untuk panel surya dengan besi siku dan besi hollow tebal 1,2 mm dan lebar 3 x 3 cm, berukuran tinggi 100 cm, lebar 60 cm, dihubungkan dengan panel surya 30 Wp dan wiper kaca depan. Prototipe ini bekerja dalam dua kondisi yaitu manual dan otomatis. Pada mode otomatis, pompa dan wiper bekerja sesuai waktu yang telah ditentukan, namun pada mode manual, pompa dan wiper harus diaktifkan secara manual menggunakan tombol ON/OFF yang ada di aplikasi blynk.

Hasil analisis data pengukuran panel surya tanpa beban menunjukkan bahwa kondisi panel surya setelah dibersihkan dan didinginkan berbeda dengan kondisi normal dan kondisi berdebu atau kotor. Pada kondisi normal tegangan rata-ratanya adalah 21,34 V. Dengan adanya debu atau kotoran

tegangan rata-ratanya adalah 21,27 V. Pada kondisi dibersihkan tegangan rata-ratanya adalah 21,91 V. Jadi berdasarkan data tersebut sistem pendingin dan pembuangan kotoran dapat naikan tegangan sebesar 0,64 V.

Hasil analisis data pengukuran panel surya dengan beban lampu DC 20 W menunjukkan bahwa keadaan panel surya setelah dibersihkan dan didinginkan berbeda dengan keadaan berdebu atau kotor. Pada kondisi berdebu tegangan rata-rata 20,9V dan arus 0,30A. Pada kondisi bersih tegangan rata-rata sebesar 20,52V dan arus rata-rata sebesar 0,29A.

Hasil analisa suhu dengan thermometer panel surya menunjukkan penurunan suhu pada kondisi yang berbeda-beda yaitu. pada kondisi normal suhu rata-rata 46,2 °C, pada kondisi berdebu 45,74 °C dan pada kondisi bersih suhu rata-rata 39,34 °C. Artinya perbedaan suhu normal dengan debu adalah 0,83 °C dan perbedaan suhu normal untuk pembersihan adalah 6,86 °C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kedua orang tua saya Bapak Kawit dan Ibu Aisah yang senantiasa memberikan dukungan baik materil, semangat, maupun doa setiap hari.

REFERENSI

- [1.] A. Rachmi, B. Prakoso, Hanny Berchmans, I. Devi Sara, and Winne, "Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia," *PLTS Atap*, p. 94, 2020.
- [2.] I. B. G. Widiartara and N. Sugiarta, "Pengaruh Penggunaan Pendingin Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 110–115, 2019, doi: 10.31940/matrix.v9i3.1582.
- [3.] G. Triyani *et al.*, "Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel," *Epsil. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 20, no. 2, pp. 150–161, 2022, doi: 10.55893/epsilon.v20i2.97.
- [4.] M. P. Putra and Rika Wahyuni Arsianti, "Sistem Pendingin Menggunakan Air Untuk Optimasi Kinerja Panel Surya Berbasis Arduino," *J-Eltrik*, vol. 3, no. 1, pp. 41–50, 2022, doi: 10.30649/je.v3i1.64.
- [5.] T. Rahajoeningroem and I. Jatnika, "Sistem Pendingin Otomatis Panel Surya Untuk Peningkatan Daya Output Berbasis Mikrokontroler Solar Panel Automatic Cooling System to Increase the Output Power Based on The Microcontroller," *Telekontran*, vol. 10, no. 1, 2022.
- [6.] A. I. Saputra, I. Hidayat, and W. Priharti, "Perancangan Single Axis Solar Tracker Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Arduino Guna Mengoptimalkan Output Daya Pada Panel Surya," vol. 9, no. 5, pp. 2225–2233, 2022.
- [7.] E. P. LAKSANA, O. SANJAYA, S. SUJONO, S. BROTO, and N. FATH, "Sistem Pendinginan Panel Surya dengan Metode Penyemprotan Air dan Pengontrolan Suhu Air menggunakan Peltier," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 3, p. 652, 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i3.652.
- [8.] S. Siswidiyanto, A. Munif, D. Wijayanti, and E. Haryadi, "Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototipe," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid.*

- Tek. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 1, pp. 18–25, 2020, doi: 10.35969/interkom.v15i1.64.
- [9.] I. Pembangkit and L. Tenaga, “Dos & Don ’ ts”.
- [10.] S. Bridge and F. Trade, vol. 2, no. 2, 2019.
- [11.] M. Junaldy, S. R. U. A. Sompie, and S. Patras, “Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 9–14, 2019.
- [12.] A. Wijaya, “Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Menggunakan Arduino Nano Dengan Sistem Pengendali Berbasis Android,” *Pseudocode*, vol. 8, no. 2, pp. 98–107, 2021.
- [13.] Destiarini and P. W. Kumara, “Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328,” *J. Informanika*, vol. 5, no. 1, pp. 18–25, 2019.
- [14.] [wayan arsa suteja and adi surya antara, “Analisis Sensor Arus Invasive ACS712 dan Sensor Arus Non Invasive SCT013 Berbasis Arduino,” *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 13–21, 2021, doi: 10.33387/protk.v8i1.2116.
- [15.] Mariza Wijayanti, “Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot,” *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i2.169.
- [16.] A. Siswanto, R. Sitepu, D. Lestariningsih, L. Agustine, A. Gunadhi, and W. Andyardja, “Meja Tulis Adjustable Dengan Konsep Smart Furniture,” *Sci. J. Widya Tek.*, vol. 19, no. 2, pp. 2621–3362, 2020.
- [17.] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [18.] A. Imran and M. Rasul, “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32,” *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>



Wahyu Gunawan, Tasikmalaya, 09 November 2001, D-III Teknik Listrik, Mahasiswa, dan konsentrasi penelitian.



Arif Sumardiono S.Pd.M.T. merupakan dosen Prodi Teknik Elektronika politeknik negeri Cilacap yang lahir di Cirebon pada tanggal 12 Desember 1989. Menemuh Pendidikan S-1 di Prodi Pendidikan Teknik Elektro dan S-2 di Prodi Teknik Elektro ITB.