

## Design of An Automatic Cooling System for Microcontroller-Based Solar Panels

Nurul Azizah<sup>1\*</sup>, Doni Tri Putra Yanto<sup>1</sup>, Ali Basrah Pulungan<sup>1</sup>, Citra Dewi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Elektro Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Padang, INDONESIA

\*Corresponding Author, email : [nrull.azzh@gmail.com](mailto:nrull.azzh@gmail.com)

### Abstract

The increasing need for electrical energy and its central role requires electrical energy suppliers to find new plants in order to meet consumer needs and avoid an electrical energy crisis. Utilization of solar energy through solar panels is an alternative to meet these needs. However, in the process of converting solar energy into electrical energy, the temperature of solar panels increases, causing the performance and efficiency of solar panels to decrease. Solar panels can produce the best power at temperatures of 25°C-35°C. When there is an increase in temperature by 1°C, the power generated decreases by 0.4%. Based on this, an automatic solar panel cooling system is made that can be used to prevent the temperature of the solar panel from exceeding its optimal temperature limit. The solar panel cooling system made works on 10Wp solar panels with control from Arduino Uno, with inputs in the form of ACS712 sensors, DC voltage sensors, DHT11 sensors and RTC DS3231. The outputs are relays, LCD and micro-SD module. The methodology used in the research involves the design, implementation, and testing stages of the system prototype. After testing the prototype in the form of a comparison between solar panels with a cooling system and without a cooling system. Based on testing for 100 seconds with a sample of 50 data, the data obtained with solar panel cooling has an average temperature with solar panel cooling is 40°C with current, voltage and power respectively of 0.42A, 21.76V and 9.15W. While the solar panel without cooling has an average temperature with solar panel cooling is 49.9°C with current, voltage and power in order of 0.32A, 19.31V and 6.28W. This proves that the cooling system can maintain the output power.

**Keywords:** Solar Panel; Automatic Cooling System; Arduino Uno.

### 1. Introduction

Kebutuhan yang besar akan energi listrik, keterbatasan energi fosil dalam menghasilkan energi listrik dan dampak negatif yang ditimbulkannya membuat penggunaan energi terbarukan menjadi solusi yang tepat pada saat ini. Energi terbarukan yang berasal dari matahari merupakan alternatif yang dapat dimanfaatkan secara besar-besaran, hal ini dikarenakan ketersediaan energi matahari disepanjang tahun [1]. Pemanfaatan energi matahari menjadi energi listrik dapat dilakukan dengan bantuan panel surya melalui efek fotovoltaik

Dalam proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik hanya 20% spektrum energi matahari yang diubah menjadi energi listrik, namun lebih dari 50% diubah menjadi panas yang mengakibatkan suhu pada panel surya meningkat. Peningkatan suhu panel surya menyebabkan kinerja dan efisiensi panel surya menurun. Panel surya hanya dapat berfungsi secara optimal pada suhu 25°C. Saat terjadi kenaikan suhu sebesar 1°C maka daya yang dihasilkan berkurang sebesar 0,4% [2]. Sistem pendingin otomatis merupakan solusi yang dapat digunakan untuk mencegah suhu panel surya melebihi batas suhu optimalnya, sehingga dengan menggunakan sistem pendingin otomatis kita dapat mengoptimalkan daya keluaran yang dihasilkan panel surya [3].

Sistem pendingin panel surya yang dapat bekerja secara otomatis ketika panel surya melebihi batas suhu optimalnya dapat dibuat dengan bantuan mikrokontroler. Pada perancangan ini digunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler. sistem pendingin ini berkerja dengan cara mengalirkan air ke bagian belakang panel surya saat suhu panel surya mencapai 40°C, pengaliran air ke bagian belakang panel surya dibantu oleh pompa DC, proses on/off pompa DC ini dibantu oleh relay yang berkerja berdasarkan data yang diterima oleh Arduino Uno dari sensor suhu DHT11.

Sistem pendingin panel surya ini juga dilengkapi dengan chip RTC DS3231 dan modul SD-card, chip RTC DS3231 digunakan untuk memonitoring waktu mulai dari detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun dengan akurat. Modul SD-Card digunakan untuk menyimpan data-data berupa arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya secara real time. Untuk melihat data yang tersimpan dapat dilakukan dengan cara mencabut micro sd card yang tertanam pada modul SD-Card yang kemudian dibaca melalui perantara card reader.

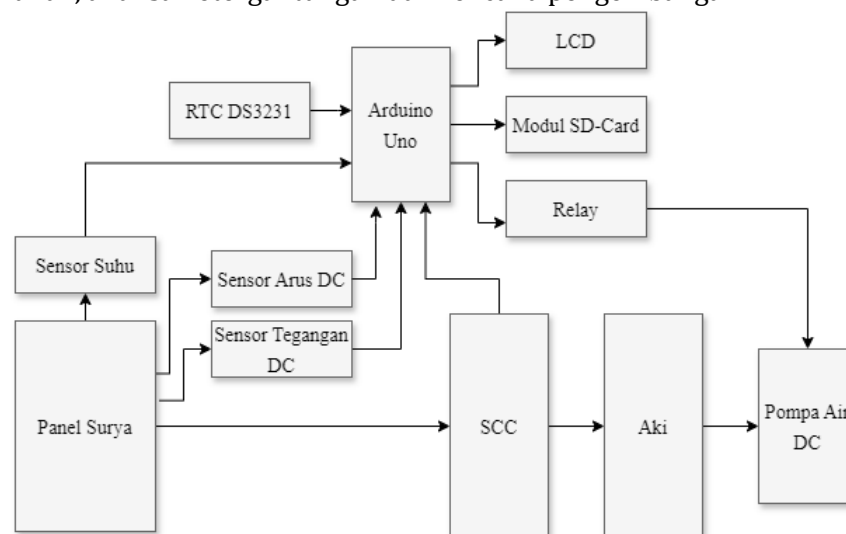
## 2. Material and methods

Perancangan merupakan suatu hal yang penting untuk dilakukan dalam menentukan komponen apasaja yang digunakan saat membuat tugas akhir, hal ini agar alat yang dibuat berkerja sesuai dengan yang diinginkan. Perancangan dan pembuatan tugas akhir dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimen (experiment research). Metode penelitian ini meliputi perancangan dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menggunakan aplikasi inventor, yaitu sebuah aplikasi yang digunakan untuk membuat desain 3D dari kontruksi penyangga panel. Sedangkan perancangan perangkat lunak menggunakan aplikasi fritzing untuk membuat diagram dan Arduino IDE untuk membuat sketch pemrograman alat.

Pembuatan alat dalam tugas akhir ini dimulai dari pembuatan *hardware* penyangga panel, jalur pending panel, hingga pemograman sensor-sensor dan penyimpanan data. Komponen yang digunakan dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada blok diagram berikut.

### 2.1 Diagram Block

Diagram blok sistem merupakan gambaran sistem secara keseluruhan, yang menjelaskan bagaimana berbagai komponen berinteraksi satu sama lain. Diagram blok memiliki beberapa fungsi penting dalam tugas akhir, terutama dalam perancangan dan dokumentasi proyek, seperti visualisasi sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, analisa ketergantungan dan rencana pengembangan.



**Gambar 1** Block Diagram Sistem Pendingin Panel Surya Otomatis

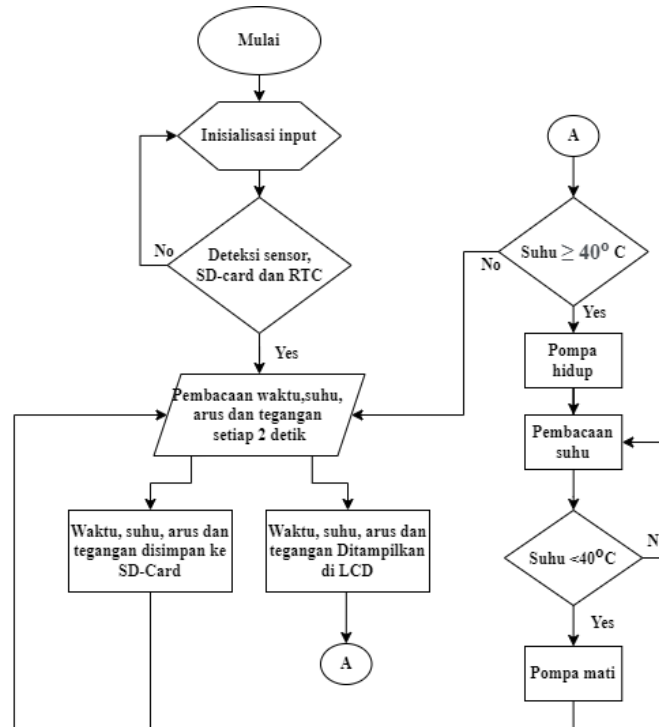
Berdasarkan blok diagram di atas dapat diketahui perancangan sistem alat secara keseluruhan, yaitu:

1. Panel surya sebagai alat yang akan menerima energi matahari dan di konversikan menjadi energi listrik menggunakan prinsip photovoltaic[4].
2. Sensor tegangan DC, arus ACS712 dan, L35 digunakan untuk mengukur tegangan, arus dan suhu panel surya, yang mana suhu yang terdeteksi akan menjadi indikator pompa akan hidup atau tidak.
3. Arduino uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk memprogram dan mengolah data masukan dari beberapa sensor dan juga untuk mengontrol menyalakan relay yang tersambung pada pompa air[5].
4. RTC DS3231 digunakan sebagai pengatur waktu agar alat dapat mengetahui waktu pada saat pengukuran[6].
5. Modul SD-card digunakan untuk menyimpan data yang didapat dari sensor-sensor yang ada ke SD-card dalam bentuk file dengan ekstensi txt yang di susun dengan format hari, tanggal, waktu, nilai arus nilai tegangan, suhu yang terdeteksi dan daya keluaran.
6. LDC untuk menampilkan hari, waktu, nilai suhu, arus, tegangan, daya yang telah dideteksi dari sensor-sensor yang dipasang [7].
7. Relay berfungsi sebagai saklar on/off otomatis pada pompa air DC.
8. SCC berfungsi sebagai pengontrol tegangan yang dihasilkan oleh panel surya yang akan digunakan sebagai sumber daya tenaga listrik untuk kebutuhan charging baterai.
9. Aki digunakan sebagai power supply penyalan pompa DC[8].
10. Pompa Air DC digunakan sebagai output untuk mengalirkan air ke pendingin.

Prinsip kerja dari sistem pendingin panel surya ini adalah mengolah data suhu panel surya, arus DC, dan tegangan DC melalui sensor suhu DHT11, sensor ACS712 dan sensor tegangan DC. Saat suhu yang terdeteksi mencapai 40°C maka pompa air DC akan on untuk mengalirkan air ke jalur pendingin yang ada di belakang panel surya. Ketika suhu panel surya mencapai 27°C pompa akan off secara otomatis. Suhu 40°C dan 27°C dijadikan sebagai set poin on/off pompa DC dikarenakan mempertimbangkan efisiensi dan keandalan sistem pendingin. Negara tropis seperti Indonesia memiliki suhu rata-rata yang mencapai 32°C sedangkan optimal daya keluaran panel surya berada pada suhu 25°C-35°C, semakin lama panel surya mengalami penyinaran tentunya suhu panel surya akan mengalami peningkatan dan tentunya semakin kecil daya keluaran yang dihasilkan. Pada suhu yang lebih tinggi dari 40°C risiko penurunan efisiensi panel surya dapat meningkat, sedangkan jika suhu didinginkan sampai 25°C merupakan hal yang sulit untuk dilakukan. Proses on/off pompa air DC ini dibantu oleh relay yang telah diprogramkan melalui Arduino. Arus dan tegangan yang didapatkan dari panel surya akan masuk ke SCC, tujuannya agar keluaran panel surya lebih stabil dan optimal. Kemudian output dari SCC akan disimpan ke aki yang nantinya akan dijadikan sumber listrik untuk pompa air DC.

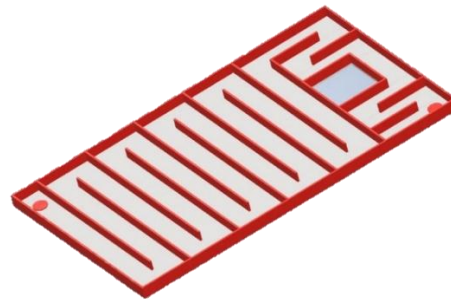
Sistem pendingin ini juga dilengkapi dengan LCD 4×20 yang berfungsi sebagai interface untuk menampilkan suhu panel surya, nilai arus DC, tegangan DC dan daya DC yang didapat dari pengukuran. Selain itu juga terdapat chip RTC DS3231 dan modul SD-card, chip RTC DS3231 digunakan untuk memonitoring waktu mulai dari detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun dengan akurat. Modul SD-Card digunakan untuk menyimpan data-data bentuk file dengan ekstensi txt yang di susun dengan format hari, tanggal, waktu, suhu, nilai arus, nilai tegangan yang terdeteksi dan daya keluaran. Untuk melihat data yang tersimpan dapat dilakukan dengan cara mencabut micro sd card yang tertanam pada modul SD-Card yang kemudian dibaca melalui perantara card reader

## 2.2 Flowchart



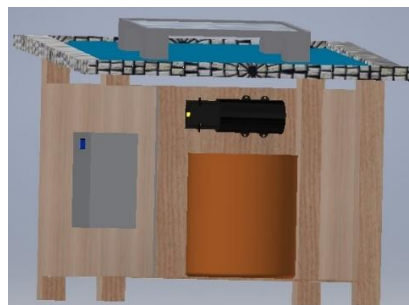
Gambar 2 Flowchart Sistem Pendingin Panel Surya Otomatis

## 2.3 Tool Design



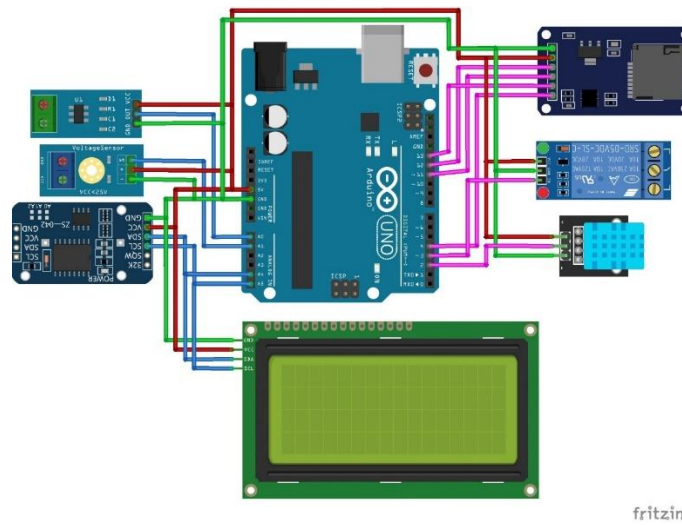
Gambar 3 Jalur Pendingin Panel Surya

Gambar 3 merupakan jalur pendingin panel surya didesain untuk mendinginkan panel surya ketika suhu pada panel surya telah melewati suhu normal, dimana jalur ini terbuat dari bahan aluminium dan akan dipasang pada bagian belakang panel surya dengan ukuran yang disesuaikan dengan panel surya yang digunakan. Panel surya yang digunakan memiliki ukuran panjang 355mm dan lebar 235mm dengan daya keluaran sebesar 10wp.



Gambar 4 Kontruksi Penyangga Panel

Gambar 4 merupakan penyangga panel surya yang terbuat dari kayu dengan alas 60cm×60cm, tinggi 40cm dan untuk dudukan panel surya dibuat dengan panjang 35,5cm dan lebar 25,5cm. Selain itu, kontruksi ini juga dapat digunakan untuk menyimpan rangkaian, pompa DC, tangki air dan aki.



**Gambar 5 Rangkaian Kontrol Sistem Pendingin Panel Surya**

Rangkaian control pada gambar 5 merupakan gambaran bagaimana bentuk dari komponen-komponen yang digunakan jika sudah dirangkai satu sama lain.

### 3. Results and discussion

Pengujian alat dilakukan dengan sara merangkai semua komponen yang dibutuhkan, mulai dari mikrokontroller, sensor-sensor, aki, SCC, pompa, hingga bak penyimpanan air ke penyangga panel. Sebelum semua komponen dirangkai, periksalah apakah komponen berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan 2 buah panel surya dengan spesifikasi, waktu dan tempat yang sama, namun pada salah satu panel surya dipasangkan sistem pendingin. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah sistem pendingin yang dibuat mampu meningkatkan daya keluaran dibandingkan dengan panel surya tanpa sistem pendingin. Data pengujian dapat dilihat secara real time pada LCD yang dipasang di penyangga panel dan mikro SD yang terpasang pada modul SD-card.



**Gambar 6 Pengujian Alat**



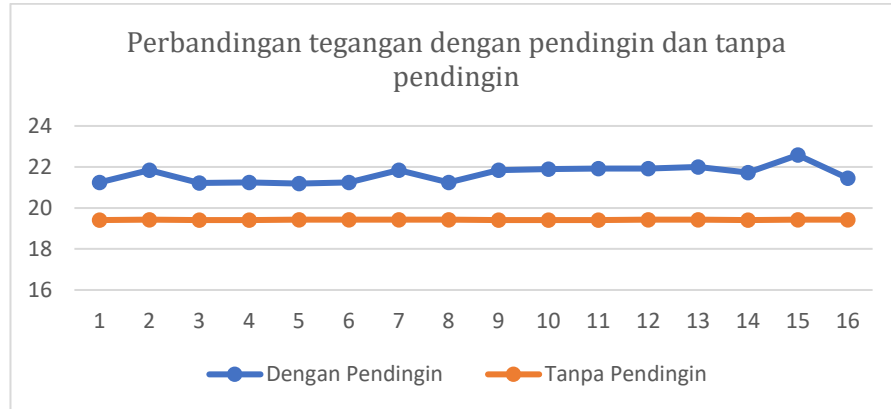
Berikut data logger dan diagram perbandingan tegangan, arus dan daya panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin:

**Tabel 1 Data Logger Panel Surya dengan Sistem Pendingin**

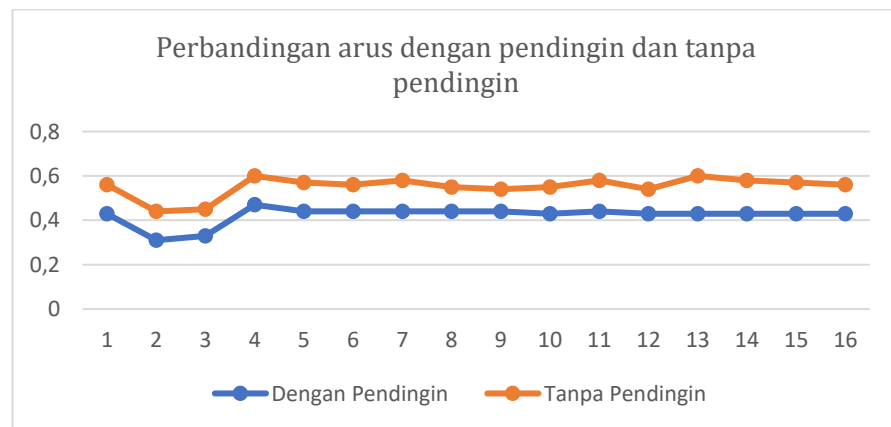
Tanggal	Waktu	Suhu	Arus	Tegangan	Daya
19/05/2024	08:24:37	40	0.43	21.24	9.1332
19/05/2024	08:24:40	39.8	0.31	21.85	6.7735
19/05/2024	08:24:42	39.7	0.33	21.22	7.0026
19/05/2024	08:24:44	39.8	0.47	21.24	9.9828
19/05/2024	08:24:46	39.9	0.44	21.19	9.3236
19/05/2024	08:24:48	40	0.44	21.24	9.3456
19/05/2024	08:24:50	39.9	0.44	21.85	9.614
19/05/2024	08:24:53	40	0.44	21.24	9.3456
19/05/2024	08:24:55	40	0.44	21.85	9.614
19/05/2024	08:24:57	40	0.43	21.9	9.417
19/05/2024	08:24:59	40.1	0.44	21.92	9.6448
19/05/2024	08:25:01	40.1	0.43	21.92	9.4256
19/05/2024	08:25:03	40.1	0.43	22	9.46
19/05/2024	08:25:06	40.1	0.43	21.73	9.3439
19/05/2024	08:25:08	40.1	0.43	22.58	9.7094
19/05/2024	08:25:10	40.1	0.43	21.46	9.2278

**Tabel 2 Data Logger Panel Surya Tanpa Pendingin**

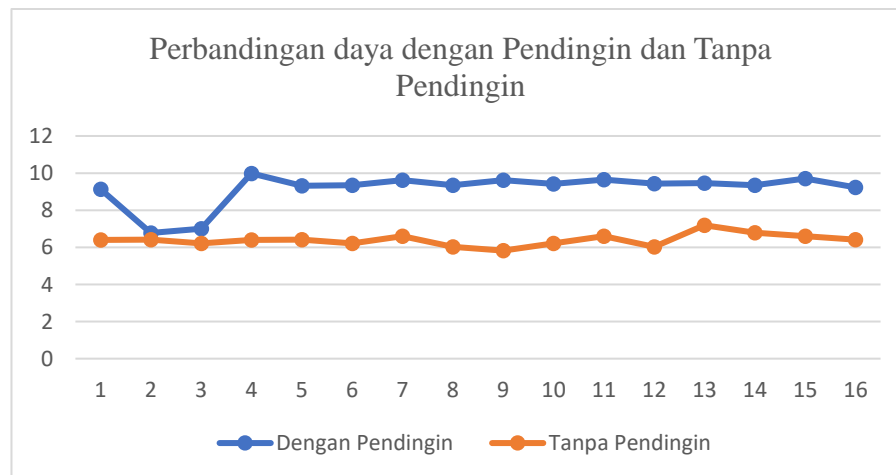
Tanggal	Waktu	Suhu	Arus	Tegangan	Daya
19/05/2024	08:24:37	49.8	0.13	19.41	2.52
19/05/2024	08:24:39	49.8	0.13	19.43	2.52
19/05/2024	08:24:41	49.8	0.12	19.41	2.37
19/05/2024	08:24:43	49.8	0.13	19.41	2.52
19/05/2024	08:24:45	49.8	0.13	19.43	2.52
19/05/2024	08:24:47	49.8	0.12	19.43	2.37
19/05/2024	08:24:50	49.8	0.14	19.43	2.81
19/05/2024	08:24:52	49.8	0.11	19.43	2.23
19/05/2024	08:24:54	49.8	0.1	19.41	1.94
19/05/2024	08:24:56	49.8	0.12	19.41	2.37
19/05/2024	08:24:58	49.8	0.14	19.41	2.66
19/05/2024	08:25:00	49.8	0.11	19.43	2.23
19/05/2024	08:25:03	50	0.17	19.43	3.24
19/05/2024	08:25:05	50	0.15	19.41	2.95
19/05/2024	08:25:07	50.1	0.14	19.43	2.81
19/05/2024	08:25:09	50.2	0.13	19.43	2.52
19/05/2024	08:25:11	50.3	0.1	19.43	1.94



**Gambar 7 Grafik Perbandingan Tegangan Keluaran**



**Gambar 8 Grafik Perbandingan Arus Keluaran**



**Gambar 9 Grafik Perbandingan Daya Keluaran**

Panel surya yang digunakan dalam pengujian memiliki spesifikasi yang sama dengan besar daya maksimal keluaran sebesar 10Wp, arus maksimal 0,68A dan tegangan maksimal sebesar 22,5V. Berdasarkan data yang didapatkan selama pengujian maka dapat dilihat bahwa penambahan system pendingin pada panel surya mampu menjaga daya keluaran pada panel surya. Saat panel surya menggunakan sistem pendingin, panel surya mampu menghasilkan rata-rata daya sebesar 9,1W dengan arus 0,41A dan tegangan sebesar 21,7V. sedangkan panel surya tanpa pendingin hanya mampu menghasilkan daya rata-rata sebesar 2,5W dengan arus 0,12A dan tegangan sebesar 19,31V.

#### 4. Conclusion

Setelah dilakukan pengujian secara keseluruhan pada sistem pendingin otomatis pada panel surya berbasis mikrokontroler ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa, hal yang sangat berpengaruh terhadap besarnya daya keluaran panel surya adalah intensitas cahaya yang diterima. Namun semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima, semakin panas suhu permukaan panel surya dan daya yang dihasilkan akan berkurang. Panel surya yang digunakan dalam pengujian memiliki daya maksimal sebesar 10W, saat menggunakan pendingin, rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 9,15W. Sedangkan panel surya tanpa pendingin hanya mampu menghasilkan daya rata-rata sebesar 6,28W. Hal ini membuktikan bahwa sistem yang dirancang mampu menjaga daya keluaran panel surya.

#### References

- [1] M. Muner, "Pemanfaatan Energi Matahari Melalui Panel Surya Dengan Beban Mesin Pengereng Larva Bsf," Universitas Yudharta Pasuruan, Pasuruan, 2021.
- [2] 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, Jan. 2022, doi: 10.30649/je.v3i1.64.
- [3] T. Rahajoeningroem and I. Jatnika, "Sistem Pendingin Otomatis Panel Surya Untuk Peningkatan Daya Output Berbasis Mikrokontroler," *TELEKONTRAN*, vol. 10, no. 1, Apr. 2022, doi: 10.34010/telekontran.v10i1.4712.
- [4] A. B. Pulungan and M. Delfitra, "Sistem Monitoring Real Time Pada Solar Panel Park," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 8, no. 1, p. 137, Apr. 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i1.116821.
- [5] M. Adi Darmawan, A. Lomi, and I. Budi Sulistiawati, "Penggunaan Arduino pada Pengendali Pengisian Baterai Panel Surya," *e journal itn*, vol. 6, no. 33, pp. 608–618, Jul. 2022.
- [6] A. B. Pulungan and D. S. Goci, "Penggunaan Sistem Data logger Dalam Pencatatan Data Parameter Panel Surya berbasis Mikrokontroler," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 2, pp. 337–344, Aug. 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.115052.
- [7] M. Putri, J. Iriani, F. Nova Hulu, P. Negeri Medan Jl Almamater No, and P. Bulan, "Sistem Pendinginan Permukaan Panel Surya dalam Optimalisasi Kerja Panel Surya dengan Monitoring Internet of Things," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 61–67, 2020, doi: 10.30596/rele.v%vi%i.15491.
- [8] M. H. Faizal and M. Fitri, "Analisis Penyerapan Panas Pada Cover Accu Di Mobil Suv," *Bina Teknika*, vol. 12, no. 2, pp. 143–154, 2016, [Online]. Available: [www.EngineeringToolBox.com](http://www.EngineeringToolBox.com).
- [9] O. Candra, S. Islami, Syamsuarnis, Asnil, E. Astrid, and D. Indah Wulansari, "Desain Sel Surya untuk Kebutuhan Penerangan Rumah Tinggal," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 199–206, 2020.
- [10] A. Basrah Pulungan, J. Sardi, S. Islami, and U. Negeri Padang, "Pemasangan Solar Cell Untuk Kapal Nelayan," *J. Inf. Technol. Comput. Sci. (INTECOMS)*, vol. 2, no. 2, 2019.