

Peningkatan Efisiensi Panel Surya dengan Sistem *Water Sprayer*

DUMA PABIBAN, MYCHAEL G. PAE, ADE MANU GAH, SUMARTINI DANA, YOHANA G.
R. REWU
Politeknik Negeri Kupang
Email : dumapabiban@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya suhu dapat mempengaruhi karakteristik arus-tegangan panel surya. Karena suhu ideal panel surya berkisar pada 25°C, ketika suhu panel diatas 25°C akan mempengaruhi tegangan yang dihasilkan sehingga efisiensinya menurun. Setelah penelitian ini dilakukan, diketahui bahwa penggunaan sistem water sprayer sangat membantu mempertahankan suhu ideal panel surya pada nilai 25°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika menggunakan sistem water sprayer untuk mengontrol suhu permukaan panel, nilai efisiensi panel meningkat seiring dengan menurunnya suhu mendekati nilai ideal. Nilai efisiensi tertinggi diperoleh pada saat suhu panel 24,83°C dengan efisiensi sebesar 27%. Sedangkan pada panel surya tanpa sistem water sprayer, ketika suhu permukaan panel meningkat maka nilai efisiensi panel mengalami penurunan. Ketika suhu panel surya mencapai 45,5°C nilai efisiensinya sebesar 15%. Jadi, jika ingin meningkatkan efisiensi panel surya, maka harus menjaga suhu permukaan panel surya dalam batas suhu ideal yaitu 25°C.

Kata kunci: Panel, Water, Suhu, Tegangan, Ideal.

ABSTRACT

Increasing temperature can affect the current-voltage characteristics of solar panels. Because the ideal temperature for solar panels is around 25°C, when the panel temperature is above 25°C it will affect the voltage produced so that its efficiency decreases. After this research was carried out, it was discovered that using a water sprayer system really helped maintain the ideal temperature of the solar panels at 25°C. The research results show that when using a water sprayer system to control the panel surface temperature, the panel efficiency value increases as the temperature decreases, approaching the ideal value. The highest efficiency value was obtained when the panel temperature was 24.83°C with an efficiency of 27%. Meanwhile, for solar panels without a water sprayer system, when the panel surface temperature increases, the panel efficiency value decreases. When the solar panel temperature reaches 45.5°C the efficiency value is 15%. So, if you want to increase the efficiency of solar panels, you must maintain the surface temperature of the solar panels within the ideal temperature limit, namely 25°C.

Keywords: Panel, Water, Temperature, Voltage, Ideal.

1. PENDAHULUAN

Menurut laporan statistik PLN, sepanjang tahun 2021 pembangkit listrik PLN menggunakan 3,09 juta kilo liter (kl) Bahan Bakar Minyak (BBM). Angka ini meningkat 15,76% dari tahun 2020 yang sebelumnya hanya 2,67 juta kilo liter (kl). Sebagai konsekuensinya, lambat laun manusia harus mulai berpikir untuk beralih ke penggunaan energi listrik yang ramah lingkungan. Salah satu jalan keluar dari masalah listrik adalah dengan panel surya. Secara khusus, wilayah NTT memiliki potensi besar karena intensitas radiasi matahari di NTT cukup tinggi dibandingkan provinsi lain. Intensitas rata-rata radiasi matahari di NTT berkisar antara 4,5 – 5 kWh/m² (Nakmofa et al., 2018).

Meningkatnya suhu dapat mempengaruhi karakteristik tegangan arus (I-V) panel surya. Peningkatan suhu yang sangat cepat dan ekstrim dapat menyebabkan arus panel surya sedikit meningkat namun tegangan panel surya menurun tajam pada 0,22 V/°C (Suryana & Marhaendra, 2016) (Hie Khwee, 2013), karena suhu panel surya sebenarnya berada pada kisaran 25°C namun jika suhu di sekitar area penempatan panel surya melebihi 25°C maka akan mempengaruhi tegangan yang dihasilkan sehingga pada umumnya efisiensi turun (Iqtimal et al., 2018). Hal ini dapat mengakibatkan produksi listrik yang tegang di pembangkit listrik tenaga surya setiap kenaikan 1 ° C suhu panel surya di atas 25 ° C yang mengakibatkan penurunan daya output mulai dari 0,4 – 0,5% (Sequeira et al., 2016).

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini peneliti akan merancang sistem pendingin panel surya dengan sistem water sprayer berbasis Arduino Uno. Sistem ini akan menggunakan sensor suhu MLX90614 untuk membaca suhu pada permukaan panel surya. Jika suhu melebihi 25°C, maka pompa air secara otomatis akan bekerja mengalirkan air ke permukaan panel surya. Selanjutnya sensor suhu akan membaca suhu permukaan panel surya, jika menurun di bawah 25°C maka pompa akan otomatis berhenti bekerja. Selain itu, dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan antara panel surya dengan sistem water sprayer dan panel surya tanpa sistem water sprayer untuk mengetahui seberapa besar tingkat efisiensi panel surya dengan sistem water sprayer dan panel surya tanpa sistem tersebut. Diharapkan sistem pendingin water sprayer ini dapat mengatasi permasalahan di atas, sehingga dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga panel surya dapat digunakan secara optimal dalam menghasilkan listrik.

1.1 Deskripsi Teknologi yang Diusulkan

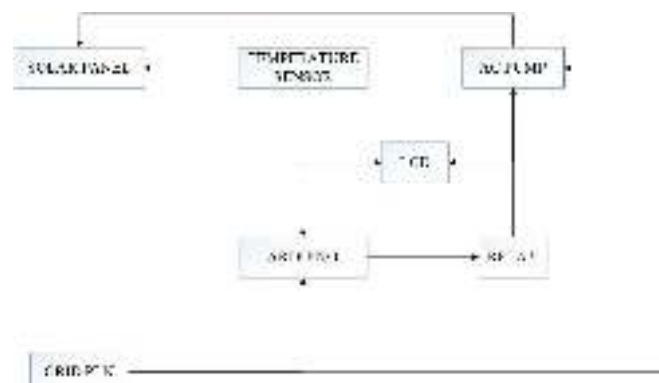
Yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tiyas pada tahun 2020 yang terkait dengan peningkatan efisiensi panel surya yaitu Alat "Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya" berhasil dibuat dan dapat digunakan dengan baik. Alat yang dibuat terdiri dari kerangka alat, panel surya, *reflector* dan kipas. Panel surya merupakan komponen yang diukur dalam penelitian ini, kerangka berfungsi sebagai tempat diletakkannya panel surya serta *reflector* yang nantinya sudut *reflector* dapat diubah-ubah dan yang terakhir yaitu kipas dimana fungsinya adalah sebagai pendingin panel surya. Kenaikan suhu mengakibatkan tegangan rangkaian terbuka (Voc), daya dan efisiensi listrik panel surya turun sedangkan jika suhu pada panel surya menurun akan meningkatkan tegangan rangkaian terbuka (Voc), daya dan efisiensi listrik panel surya. Tegangan paling tinggi didapatkan pada hari ke-5 dengan menggunakan *reflector* tetapi tidak menggunakan kipas yaitu 19,02 V pada suhu panel surya yaitu 30,2°C pukul 10.15-11.00 WIB. Efisiensi listrik panel surya paling tinggi terdapat pada hari ke-8 dengan tanpa menggunakan *reflector* akan tetapi menggunakan kipas menghasilkan efisiensi listrik 7,072844 pada pukul 16.15-17.00 WIB dengan suhu 27,7°C. Suhu paling tinggi 59,1°C menghasilkan tegangan 18,46 V dan intensitas cahaya 854,9 W/m² pada hari ke-3 dengan menggunakan *reflector* akan tetapi tidak

menggunakan kipas pukul 12.30-13.15 WIB. Penelitian sebelumnya yang dibahas diatas menggunakan cermin reflector untuk meningkatkan suhu panel dan menggunakan kipas angin sebagai system pendinginnya. Namun pada penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu walaupun menggunakan kipas angin sebagai pendingin, nyatanya penurunan suhu yang terjadi hanya sebesar 5-6°C dan peningkatan tegangan hanya sebesar 0,3V. Nyatanya kipas angin sebagai pendingin tidak mengatasi permasalahan yang ada **(Kusumaning Tiyas & Widyartono, n.d.)**.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Ardath Kristi dkk pada tahun 2020 tentang “Perancangan Sistem Pendingin Photovoltaic dengan Memanfaatkan Kontroler Water Sprayer” pengujian dengan menggunakan media air sebagai pendingin merupakan salah satu option yang bisa dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan system pendingin yang dirancang berhasil mempertahankan temperature modul PV sesuai setingan, yaitu mendekati nilai temperature ambien. Dari hasil pengukuran dan perhitungan, system pendingin PV yang dirancang mampu menghasilkan peningkatan efisiensi daya kotor sebesar 1,26-7,34 % dan peningkatan efisiensi daya bersih PV sebesar 0,21-5,04 % **(Alhaddad et al., 2020)**.

1.2 Deskripsi Perancangan Teknologi

Berdasarkan studi literature yang diuraikan diatas, maka kerangka pemikiran dalam Peningkatan Efisiensi Panel Surya dengan Sistem Water Sprayer seperti Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Bagan Perancangan Sistem Water Sprayer

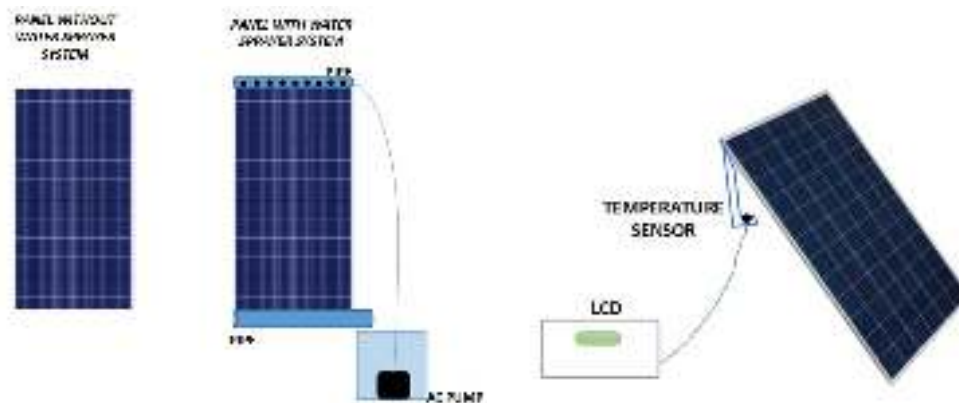
Secara keseluruhan prinsip kerja sistem ini berdasarkan hasil pembacaan dari sensor MLX90614 yang ditempatkan dibawah permukaan panel surya. Pada sistem ini akan diseting batasan atas suhu permukaan panel surya. Batasan atas suhu permukaan panel surya disesuaikan dengan suhu ideal PV yaitu 25°C yang nantinya akan ditampilkan pada LCD. Jika sensor membaca suhu permukaan panel surya melewati batas yang ditentukan, maka Arduino akan memberi perintah ke relay untuk menghidupkan pompa air. Pada bagian atas panel surya akan dipasang pipa yang sudah didesain untuk proses penyiraman permukaan panel surya. Ketika proses penyiraman berlangsung dan suhu pada panel mulai menurun menjadi dibawah 25°C maka Arduino akan memerintahkan relay untuk mematikan pompa. Daya keluaran dan efisiensi dari sistem ini akan dibandingkan dengan panel surya dengan spesifikasi yang sama tanpa menggunakan sistem *water sprayer*.

2. METODOLOGI

2.1 Desain Mekanikal

Tahapan yang pertama meliputi perancangan hardware yaitu perancangan mounting panel dan pipa pengaliran. Perancangan mounting/dudukan rangka panel ini dibuat dengan sudut

kemiringan ideal untuk penyerapan matahari yaitu 15° (Habibie et al., 2022). Perancangan mechanical design dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah.

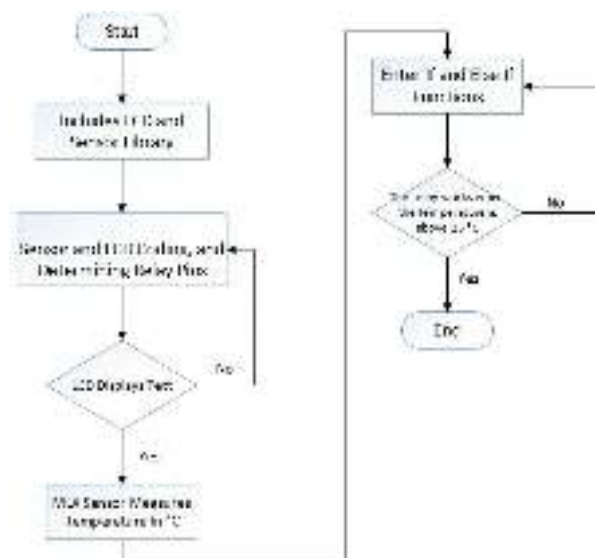


Gambar 2.1 Desain Mekanikal

Sensor suhu MLX90614 nantinya akan ditempatkan di belakang permukaan panel surya, seperti pada gambar diatas dapat dilihat bahwa nantinya terdapat sebuah kotak dengan LCD diatasnya. Selain itu dapat dilihat bahwa nantinya juga akan dipasang pipa pada bagian panel surya dengan sistem *water sprayer*. Hal ini dilakukan agar air yang telah mengalir panel nantinya akan dilairkan kembali ke wadah tempat pompa berada, agar nantinya akan digunakan kembali, atau dengan kata lain untuk pengaliran air pada permukaan panel ini, peneliti merancangnya menjadi sistem tertutup.

2.2 Desain Elektrikal

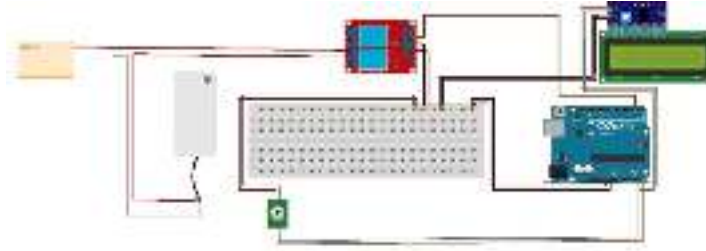
Tahapan perancangan yang kedua dari penelitian ini adalah perancangan software. Karena segala kendali akan berbasis mikrokontroler, maka peneliti juga harus membuat pemrograman yang nantinya akan mengatur secara keseluruhan cara kerja dari sistem *water sprayer* ini. Pada Gambar 2.2 dibawah ini akan disajikan secara ringkas alur dari pemrograman yang akan dilakukan oleh peneliti.



Gambar 2.2 Diagram Alir Pemrograman Arduino

Dalam diagram alir diatas, dapat dilihat bahwa pada mulanya harus menginstal library LCD dan library sensor ke dalam Arduino. Setelah itu, mulai menggabungkan pemrograman antara LCD dan Sensor serta memilih pin relay yang akan disambungkan dengan pompa air. Ketika

pemrograman di-upload dan menampilkan teks pada layar LCD, maka secara otomatis nilai suhu yang dibaca oleh sensor suhu akan ditampilkan di layar LCD. Setelah sensor dan LCD sudah bekerja dengan baik, maka selanjutnya menambahkan fungsi IF dan Else IF, dimana fungsi ini membantu penentuan kerja pompa air. Jadi ketika suhu berada di atas 25°C maka pompa akan secara otomatis menyala. Begitupun sebaliknya, ketika penurunan suhu panel akibat system pendingin berbasis water sprayer memiliki nilai dibawah dari 25°C, maka pompa akan secara otomatis berhenti. Berikut pada Gambar 2.3 merupakan rencana Electrical Design.



Gambar 2.3. Desain ELEktrikal

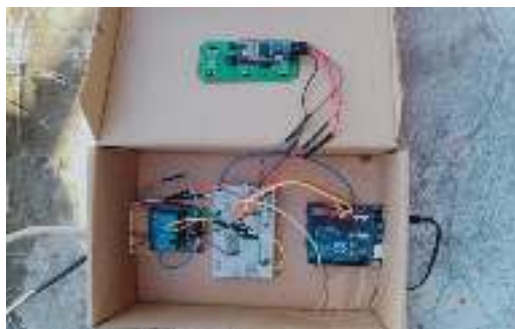
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan system secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.1. panel surya yang digunakan berjenis polycrystalline dengan kapasitas 60 wp.



Gambar 3.1 Desain Mekanikal

Dapat dilihat pada gambar bahwa kedua panel surya tersebut diletakkan pada sebuahudukan / mounting yang membentuk sudut 15°. Dalam penelitian dengan system water sprayer ini akan menggunakan sebuah pipa yang diatur ketinggiannya, dan akan diberi lubang pada pipa tersebut sebagai tempat keluarnya air. Pada bagian bawah panel surya dengan system water sprayer juga akan diletakkan sebuah wadah dan pompa air didalamnya. Hal ini dilakukan agar air yang nantinya mengalir melalui panel surya tersebut dapat kembali tertampung sehingga dapat kembali digunakan untuk membasahi panel. Sehingga siklus pengairan dalam system water sprayer ini bisa dikategorikan sebagai pengairan siklus tertutup. Selain mechanical design, terdapat juga electrical design yang berfungsi sebagai otak dari system pendingin ini. Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa terdapat LCD I2C yang berfungsi untuk menampilkan suhu yang terbaca dari sensor dan keterangan on dan off dari pompa. Serta juga terdapat relay yang berfungsi sebagai saklar untuk kerja pompa air. Untuk sumber listriknya sendiri, Arduino akan menggunakan adaptor untuk disambungkan ke grid PLN dan pompa yang digunakan juga merupakan pompa AC. Hal ini dilakukan agar nilai efisiensi dari panel surya yang nantinya didapatkan benar-benar merupakan keluaran yang dihasilkan panel surya.



Gambar 3.2. Desain Elektrikal

Untuk mendapatkan nilai efisiensi dari masing-masing panel, tentunya selain pengukuran di lapangan terdapat juga komponen-komponen yang didapat melalui perhitungan dan pengolahan data dari lapangan. Untuk mencari nilai efisiensi panel surya dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan daya keluaran terhadap panel yang menggunakan system water sprayer ketika dibandingkan dengan panel tanpa system water sprayer. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Perbandingan, Pengukuran, dan Perhitungan

No	Water Sprayer	Rad (W/m ²)	A (m ²)	T (°C)	Voc (V)	Isc (A)	FF	Pin (W)	Pout (W)	η (%)
1	Dengan	1005	0,3672	42	21,6	3,4	0,856	369,036	62,88	17
	Tanpa	1005	0,3672	43	21,7	3,2	0,857	369,036	59,49	16
2	Dengan	1005	0,3672	31,4	22,7	2,3	0,861	369,036	44,96	12,2
	Tanpa	1005	0,3672	45	21,7	2,3	0,857	369,036	42,76	11,6
3	Dengan	1005	0,3672	30,73	23,1	2,72	0,863	369,036	54,21	14,7
	Tanpa	1005	0,3672	45,5	21,8	1,63	0,857	369,036	30,46	8,2
4	Dengan	1005	0,3672	28,95	23,4	3,62	0,864	369,036	73,18	19,8
	Tanpa	1005	0,3672	43,4	21,54	3,21	0,856	369,036	59,18	16
5	Dengan	1005	0,3672	26,35	22,9	4,2	0,862	369,036	82,89	22,5
	Tanpa	1005	0,3672	44,1	21,48	3,5	0,856	369,036	64,33	17
6	Dengan	1005	0,3672	25,43	22,7	4,7	0,861	369,036	91,87	24,8
	Tanpa	1005	0,3672	43,9	21,56	3,3	0,856	369,036	60,91	16,5
7	Dengan	1005	0,3672	24,83	23,72	5	0,865	369,036	102,62	27,8
	Tanpa	1005	0,3672	45,7	22	2,97	0,858	369,036	56,06	15,2

Untuk nilai radiasi matahari yang digunakan dalam melakukan perhitungan untuk mencari nilai efisiensi dari setiap panel surya akan menggunakan satu nilai radiasi secara umum dengan melihat nilai maximal yaitu 1005 W/m². Pada tabel 3.1 dapat dilihat bahwa nilai-nilai pengukuran yang didapat dari lapangan berupa Radiasi matahari, Suhu, Voc yang diukur menggunakan Multimeter, dan Isc dengan menggunakan Tang Ampere. Sedangkan untuk nilai FF, Pin, Pout dan Efisiensi seperti pada tabel didapat dengan melakukan perhitungan dan pengolahan data lapangan dengan menggunakan persamaan (2), (3), dan (4) seperti dibawah ini:

$$FF = \frac{Voc - \ln(Voc + 0,72)}{Voc} \quad (2)$$

Dimana:

FF : Fill Factor

Voc : Voltage Open Circuit (Volt)

$$P_{in} = I_r \times A \quad (3)$$

Dimana:

P_{in} : Daya Input (Watt)

I_r : Radiasi Matahari W/m^2

A : Arus yang mengalir (Ampere)

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (4)$$

Dimana:

P_{out} : Daya Output (watt)

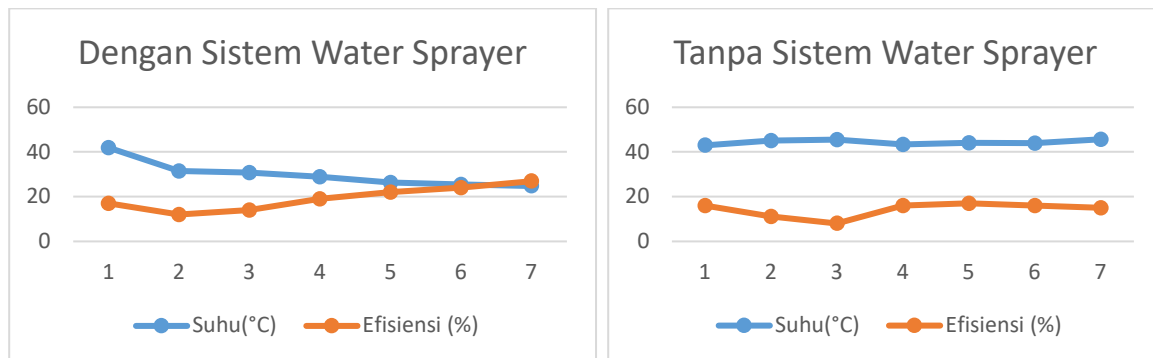
V_{oc} : Voltage Open Circuit (Volt)

I_{sc} : Current Short Circuit (Ampere)

FF : Fill Factor

Tabel 3.2 Perbandingan Pengaruh Suhu Terhadap Efisiensi Panel Surya

No	Suhu(°C)		Efisiensi (%)	
	Dengan	Tanpa	Dengan	Tanpa
1	42	43	17	16
2	31,4	45	12	11
3	30,73	45,5	14	8
4	28,95	43,4	19	16
5	26,35	44,1	22	17
6	25,43	43,9	24	16
7	24,83	45,7	27	15



Gambar 3.3 Pengaruh Suhu Terhadap Efisiensi Panel Surya

Pada Gambar 3.3 diatas, dapat dilihat Efisiensi panel surya ketika dengan system water sprayer dan tanpa system water sprayer. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin naiknya suhu pada permukaan panel surya, menyebabkan nilai efisiensi panel tersebut justru semakin menurun, hal ini sejalan dengan teori yang mengatakan bahwa ketika suhu panel melebihi 25°C maka justru efisiensi panel surya akan mengalami penurunan, Sedangkan grafik dari panel dengan system water sprayer menunjukkan adanya peningkatan efisiensi panel surya ketika suhu permukaan panel surya semakin mendekati nilai idealnya yaitu 25°C. Tentunya dengan iklim di NTT ini yang sangat panas, menyebabkan suhu yang tinggi sehingga ketika dilakukannya penelitian untuk menurunkan suhu mencapai nilai idealnya pun membutuhkan waktu yg lama, sehingga walaupun panel surya secara berkala terus menerus daliri air, namun untuk mendapatkan suhu permukaan panel dibawah 25°C pun sudah dalam kondisi waktu di sore hari sekitaran jam 16.00-17.00 WITA.

4. KESIMPULAN

Kenaikan temperatur dapat mempengaruhi pada karakteristik arus-tegangan (I-V) pada panel surya. Kenaikan temperatur yang sangat cepat dan ekstrim dapat menyebabkan arus panel surya meningkat sedikit namun tegangan panel surya menurun dengan tajam, dikarenakan suhu pada panel surya yang sebenarnya berada pada kisaran 25°C namun apabila suhu yang ada disekitar daerah penempatan panel surya melebihi 25°C maka akan mempengaruhi tegangan yang dihasilkan sehingga secara umum efisiensi menjadi turun. Maka peneliti membuat sebuah sistem pengujian bernama Water Sprayer dengan menggunakan air sebagai media pendingin permukaan panel surya. Ketika dilakukan perbandingan antara 2 buah panel surya dengan spesifikasi yang sama, namun salah satunya dipasang dengan sistem Water Sprayer. Ketika dilakukan pengujian pada kedua panel tersebut, dapat dilihat bahwa panel dengan sistem water sprayer yang menjaga suhu dalam batas ideal memiliki nilai presentasi efisiensi panel hingga 27%. Sedangkan panel surya tanpa sistem water sprayer memiliki suhu hingga 45,5°C dan efisiensi panel surya yang hanya sebesar 15%. Namun, pada penelitian ini, ketika berada pada waktu puncak matahari, maka pendinginan permukaan panel surya akan berlangsung dengan lambat dan nilai suhu yang sulit untuk turun.

DAFTAR RUJUKAN

- Alhaddad, A.-, Hafidhuddien, M. A., Kristi, A. A., Rachman, N. A., Susanto, B.-, Risdiyanto, A.-, & Junaedi, A.-. (2020). Perancangan Sistem Pendingin Photovoltaic dengan Memanfaatkan Kontroler Water Spray. *ELKHA*, 12(2), 47.
- Habibie, E., Firman, M., & Arief, S. (2022). *ANALISIS TATA LETAK SUDUT KEMIRINGAN PADA PANEL SURYA MATAHARI DI KABUPATEN BANJAR*.
- Hie Khwee, K. (2013). Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak). In *Jurnal ELKHA* (Vol. 5, Issue 2).
- Iqtimal, Z., Sara, I. D., & Syahrizal, D. (2018). *APLIKASI SISTEM TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER TENAGA LISTRIK POMPA AIR*. 3(1), 1–8.
- Kusumaning Tiwas, P., & Widyartono, M. (n.d.). *Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya*.
- Nakmofa, M. E., Kallau, J. N., & Amheka, A. (2018). Kajian Kualitas Lingkungan Fisik-Kimia Akibat Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat Di Desa Oelpuah Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 18(2), 50.
- Sequeira, A. A., Shetty, S., Suranjan, S., Chithirai, M., & Selvan, P. (2016). *Improvement of power output from solar panel using water cooling system*.
- Suryana, D., & Marhaendra, M. (2016). *Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya)* (Vol. 2, Issue 1).