

# STUDI PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP UDARA PERFORMA PANEL SURYA DENGAN BEBAN LAMPU LED

Pathur Razi Ansyah<sup>1)</sup>, Gunawan Rudi Cahyono<sup>2)</sup>, Muhammad Muntaha<sup>3)</sup>, Joni Riadi<sup>4)</sup>

pathur.razi@ulm.ac.id<sup>1)</sup>, gunawan.cahyono@ulm.ac.id<sup>2)</sup>, mhmmdmunth@gmail.com<sup>3)</sup>,  
joni.riadi@poliban.ac.id<sup>4)</sup>

<sup>1, 2, 3)</sup> Fakultas Teknik/Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>4)</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banjarmasin

## Abstrak

Pemanfaatan panel surya sebagai pembangkit listrik sudah sangat populer beberapa tahun belakangan. Potensi surya yang merata diberbagai daerah di Indonesia sehingga pemerintah Indonesia mencanangkan pembangkit listrik pada tahun 2050 didominasi oleh PLT Surya, PLT Biomasa, dan PLT Air. Pengembangan PLTS tidak terlepas dari komponen panel surya. Permasalahan panel surya yang sering muncul adalah ketika temperatur panel meningkat maka efisiensi panel surya menurun sehingga diperlukan media pendingin. Pada penelitian ini, eksperimen terhadap pengaruh pendingin udara terhadap temperatur permukaan panel dengan memanfaatkan kotak pendingin dan rangkaian panel surya disatukan dengan beban lampu LED 12 V. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pendingin media udara dengan kecepatan 5 m/s dapat menurunkan temperatur panel sebesar 21%, meningkatkan daya keluaran dan efisiensi listrik masing-masing sebesar 7-10% dan 0.3%. Semakin tinggi kecepatan udara pendinginan panel, maka temperatur permukaan panel semakin turun. Semakin tinggi temperature permukaan panel maka semakin rendah daya keluaran dan efisiensi listrik panel surya.

**Kata Kunci :** *daya keluaran, panel surya, pendinginan udara*

## 1. PENDAHULUAN

*Green house gases* atau gas rumah kaca salah satu pencemaran lingkungan yang saat ini sangat berdampak terhadap kehidupan manusia. Gas ini salah satu faktor penyebab tingginya pemanasan global yang terjadi diberbagai belahan dunia. Tingginya ketergantungan terhadap energi fosil untuk menggerakkan roda ekonomi menjadi salah satu penyebabnya. Kebanyakan para pengguna energi memilih energi fosil karena intensitas energi yang besar, dan sumber daya energi fosil yang melimpah, namun disisi lain, energi ini tidak dapat diperbaharui. Sehingga karena tekanan kondisi ini, energi ini jumlahnya semakin berkurang. Akhirnya, berbagai negara bersama-sama berkomitmen untuk memulai beralih kepada energi

yang dapat terus diperbaharui (*renewable energy*) dan sekaligus menurunkan pencemaran lingkungan gas efek rumah kaca.

*Renewable energy* bukan hanya terbatas dalam pemanfaat sumber energi yang terbarukan, namun juga bisa memanfaatkan limbah-limbah menjadi energi. Saat ini, teknologi yang memanfaatkan energi terbarukan sudah banyak ditemui seperti, teknologi bayu memanfaatkan tenaga angin, teknologi mikrohidro memanfaatkan air dan elevasi, teknologi panel surya yang memanfaatkan spektrum cahaya matahari, semua itu dikonversi menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan langsung. ESDM menyebutkan Pada tahun 2025, produksi listrik dari pembangkit EBT akan menjadi 154 TWh (BaU), target ini

menjadikan peluang EBT ke depan di Indonesia sangat besar[1].

Pemanfaatan panel surya sebagai pembangkit listrik sudah sangat populer beberapa tahun belakangan. Potensi surya yang merata diberbagai daerah di Indonesia sehingga pemerintah Indonesia mencanangkan pembangkit listrik pada tahun 2050 didominasi oleh PLT Surya, PLT Biomasa, dan PLT Air[1]. Pengembangan PLTS tidak terlepas dari komponen panel surya. Pada prakteknya, keluaran panel surya ditentukan oleh faktor iradiasi dan temperatur lingkungan sekitar[2]. Permasalahan yang sering muncul adalah ketika temperatur panel meningkat maka efisiensi panel surya akan menurun[2]–[5], sehingga diperlukan pendingin untuk menjaga temperatur panel.

Bahaidarah[3] telah melakukan penelitian membandingkan panel surya tanpa pendingin dan berpendingin water jet yang dilakukan masing-masing 2 hari pada bulan juni sampai desember di Dhahran, Saudi Arabia. Dengan menggunakan jet atau nozel pendingin yang tersebar merata di bawah panel, temperatur panel menjadi 36,6°C pada bulan juli dan 31,3°C pada bulan desember. Jika dibandingkan tanpa pendingin, panel berpendingin dapat mengurangi panas sebesar 47.5% pada bulan juli dan 34.7% pada bulan desember. Dan hal ini menyebabkan peningkatan daya keluaran dan efisiensi panel tersebut sebesar 51.6% and 66.6% pada bulan juni, serta 49.6% dan 82.6% pada bulan desember.

Sardarabadi[6] telah melakukan penelitian eksperimen membandingkan panel surya tanpa pendingin, pendingin panel surya menggunakan *ZnO/water nanofluid* dan pendingin panel surya kombinasi *ZnO/water nanofluid* dan phase change material (PCM) sebagai media pendingin. Hasilnya, temperatur panel surya yang menggunakan *ZnO/water nanofluid* rata-rata turun 10°C dibandingkan tanpa pendingin. Sedangkan yang menggunakan PCM, temperatur panel turun rata-rata turun 6°C dibandingkan panel yang menggunakan *ZnO/water nanofluid*. Lebih lanjut, pendingin panel menggunakan *nanofluid*-PCM

didapat rata-rata daya keluaran panel 13% lebih baik dibandingkan panel tanpa pendingin.

Matias dkk[7], melakukan penelitian meningkatkan daya keluaran panel surya dengan metode pendinginan menggunakan air. Air dari tangki dialirkan melalui permukaan panel kemudian air yang jatuh dan disirkulasikan kembali ke tangki. Hasilnya, energi yang dihasilkan oleh solar panel yang didinginkan dengan 0.6 liter permenit, lebih besar 24.8 % dibandingkan dengan panel yang tanpa pendinginan. Perbedaan temperatur panel yang didinginkan dan tanpa didinginkan berkisar 20°C.

Haidar dkk[8], melakukan penelitian eksperimen pemanfaatan panel surya yang dikombinasikan pendingin evaporasi media air. Air dibiarkan mengalir di bagian bawah panel melalui pipa alumunium. Panel berpendingin tersebut dibandingkan dengan panel yang tanpa pendingin. Hasilnya, terjadi penurunan temperatur panel secara signifikan sebesar 20°C, hal ini menyebabkan peningkatan efisiensi panel 10-14%.

Berdasarkan diskusi diatas, maka peningkatan temperatur permukaan panel sangat berpengaruh terhadap performa panel itu sendiri. Walaupun telah banyak penelitian tentang pendinginan panel surya, namun masih belum banyak ditemukan pendingin menggunakan media udara, sehingga masih banyak dibutuhkan informasi terkait hal itu. Pada penelitian ini, pemanfaatan udara sebagai media pendingin telah dilakukan. Sebuah kotak pendingin yang disatukan dengan panel surya kemudian dihembuskan dengan udara yang berkecepatan telah dilakukan. penelitian ini berfokus pada kondisi yang ruangan yang telah dikontrol, sehingga performa panel tidak terpengaruh pada iradiasi matahari yang fluktuatif. Pada penelitian sebelumnya (Gunawan RC, 2020) telah dilakukan penelitian dengan metode yang sama, namun tidak dilakukan percobaan terhadap adanya beban pada sistem panel surya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi pendinginan panel surya yang telah diberi beban lampu LED pada sistem. Dan hasilnya terjadi peningkatan daya keluaran dan efisiensi seiring dengan peningkatan pendinginan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Studi Literatur

#### 2.1.1 Panel Surya

Panel surya atau disebut juga *photovoltaic (PV) technology* dapat merubah energi matahari dalam bentuk iradiasi matahari ke energi listrik secara langsung. Panel surya di buat dari bahan semikonduktor yang mampu menyerap iradiasi dan mengkonversinya ke bentuk lain yaitu energi listrik[9]. Dalam pemasangan sistem panel surya, perlu ditambahkan alat penunjang seperti baterai sebagai penyimpanan daya, kontrol tegangan yang sebagai pengaman tegangan berlebih saat pengisian, dan juga inverter DC-AC sehingga keluaran panel surya dapat dimanfaatkan untuk peralatan listrik AC.

Kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti[10]:

1. Temperatur panel surya

Semakin tinggi temperatur panel surya maka daya keluaran dari panel surya semakin menurun.

2. Radiasi matahari

Semakin lemah iradiasi matahari yang didapat oleh pannel maka semakin sedikit jumlah energi yang dapat diubah menjadi tegangan dan arus listrik.

3. Kecepatan angin

Kecepatan angin berhubungan erat dengan temperatur panel. Angin yang bertiup dapat menjadi media pendingin temperatur panel

4. Posisi panel surya

Posisi panel surya berkaitan erat dengan iradasi yang di dapat oleh panel. Apabila posisi penempatan panel tepat, maka iradiasi dapat maksimal. Posisi panel juga harus terlepas dari penghalang yang menimbulkan bayangan ke permukaan panel.

Selain itu, faktor yang bisa saja terjadi sehingga mengurangi kinerja dari panel[9] adalah penyimpangan antara *nametag* daya keluaran yang tertera di panel dengan fakta dilapangan yang disebabkan oleh akurasi pengukuran. *Mismatch losses* terjadi apabila sistem panel surya paralel yang menggunakan spesifikasi panel yang berbeda, sehingga terjadi ketidaksesuaian antara spesifikasi panel dengan hasil keluaran yang dihasilkan. Efek debu atau kebersihan panel juga menjadi faktor menurunnya performa panel surya.

#### 2.1.2 Analisis Performa Panel Surya

Performa panel surya bisa dilihat dari daya keluaran dan efisiensi listriknya. Daya keluaran adalah hasil perkalian antara tegangan dan arus keluaran yang dihasil oleh panel sedangkan efisiensi listrik adalah rasio daya keluaran dibandingkan dengan total daya iradasi matahari yang diserap oleh panel surya dengan luas penampang tertentu[7].

$$P = V_m I_m \quad (1)$$

$$\eta_l = \frac{V_m I_m}{G A} \times 100\% \quad (2)$$

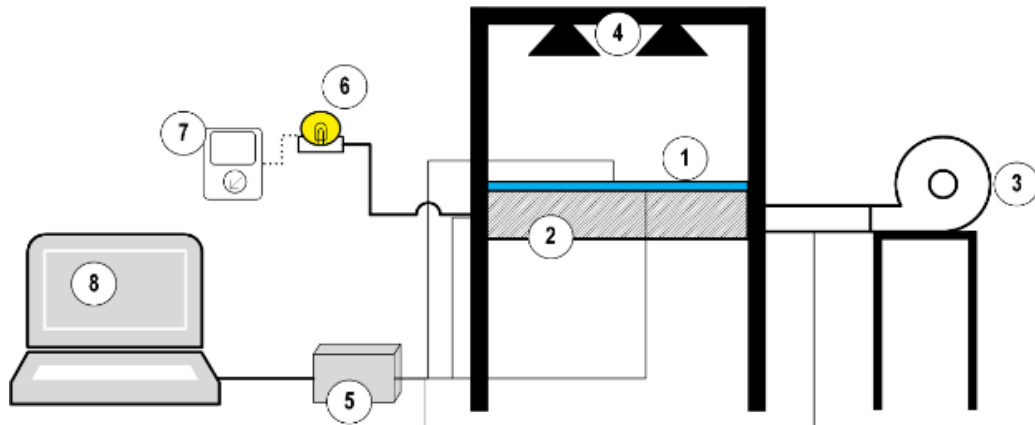
Dimana, P adalah daya keluaran panel surya (W),  $\eta_l$  adalah efisiensi listrik,  $V_m$  adalah tegangan maksimum (V),  $I_m$  adalah arus maksimum (A), G adalah iradiasi matahari ( $W/m^2$ ), dan A adalah luas permukaan panel surya ( $m^2$ ). Apabila menggunakan simulator surya, maka iradiasi dapat dihitung dengan rumus:

$$G = \frac{Lv}{K} \quad (3)$$

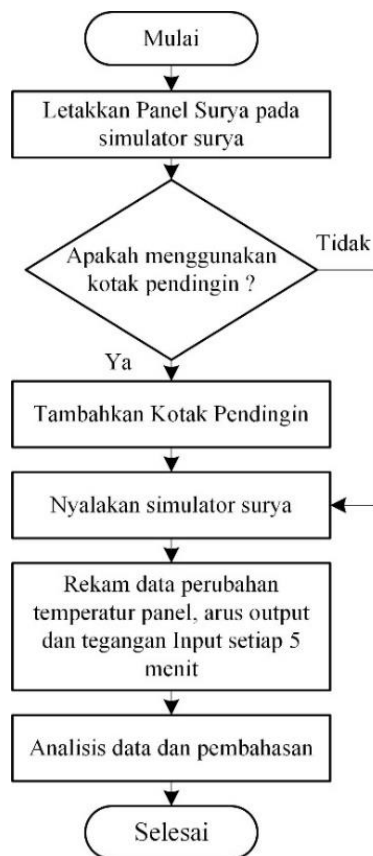
Dimana, Lv adalah *Luminous Intensity* ( $lm/m^2$ ), K adalah *Luminous Efficacy* ( $lm/W$ )[11].

### 2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam kondisi ruang tertutup yang terjaga dari pengaruh udara luar, sehingga dapat diasumsikan bahwa temperatur ruang tidak terjadi perubahan secara signifikan. Metode ini juga telah dipaparkan oleh lainnya[11]. Beberapa bahan yang digunakan adalah Panel surya daya 50 WP, simulator surya dengan daya 500 Watt yang terbuat dari lampu sorot dan diukur luminasinya menggunakan *luxmeter*. enam buah termokopel yang dikombinasikan dengan data logger berfungsi merekam perubahan temperatur panel dan udara. *Blower* sebagai simulator kecepatan angin yang divariasikan putarannya menggunakan *dimmer* dan untuk kuantifikasi kecepatannya menggunakan anemometer. Kotak pendingin yang terbuat dari bahan kayu sebagai *channel* aliran udara. Kayu juga bersifat isolator panas sehingga sumber panas bersumber hanya dari bagian bawah panel surya. Pipa berdiameter 5 cm digunakan sebagai saluran masuk dan penghubung blower dengan kotak pendingin. Avometer berfungsi mengukur daya keluaran dari panel surya. Lampu LED 12 Volt sebagai panel surya.



Gambar 1. Rangkaian Skematik Eksperimen

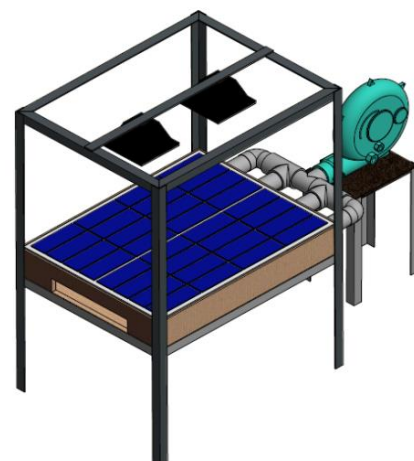


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (Gunawan RC, dkk)

Gambar 1 menjelaskan alur penelitian yang telah dilakukan. Penelitian ini dimulai dengan kalibrasi termokopel dengan termometer standar yang ada di Laboratorium Teknik Mesin ULM. Simulator surya, kotak pendingin dan panel surya dirangkai pada satu rangka seperti yang terlihat pada Gambar 2. Jarak antara simulator surya dan panel surya adalah 40 cm tegak lurus di atas panel. Dua buah termokopel diletakkan pada permukaan, dua buah lagi diletakkan pada bagian bawah panel, dan 2 buah masing-masing diletakkan pada saluran

masuk dan saluran keluar. Variasi pendinginan panel menggunakan kecepatan udara , 3 dan 5 m/s serta dibandingkan dengan tanpa pendingin. Kecepatan udara didapat dari pengaturan kecepatan putaran blower menggunakan *dimmer/potensiometer* dan diukur menggunakan anemometer.

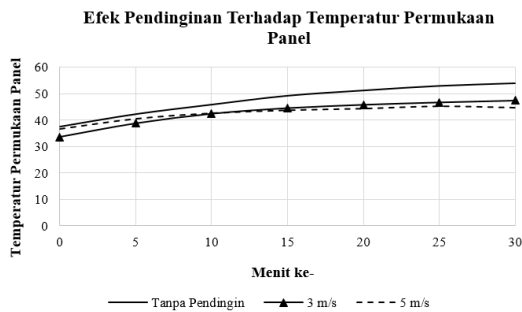
Ouput panel dihubungkan dengan beban lampu. Tahap penelitian, temperatur ruangan yang terukur adalah 30°C. Solar simulator dinyalakan selama 30 menit dan perubahan temperatur pada permukaan panel, bawah panel, saluran masuk dan saluran keluar di ukur setiap 5 menit. Selain itu, data tegangan dan arus keluaran panel juga diukur dengan waktu yang berdampingan. Matikan solar simulator setelah pengambilan data selesai dan diulang kembali pada setiap variasi penelitian. Secara umum skematik ekeperimen ini dapat dilihat pada Gambar 3. 1) Panel surya, 2) kotak pendingin, 3) blower udara, 4) simulator surya, 5) data logger, 6) LED 12 V, 7) Avometer, dan 8) komputer.



Gambar 3. Simulator Panel Surya

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengaruh kecepatan udara terhadap temperature panel surya.



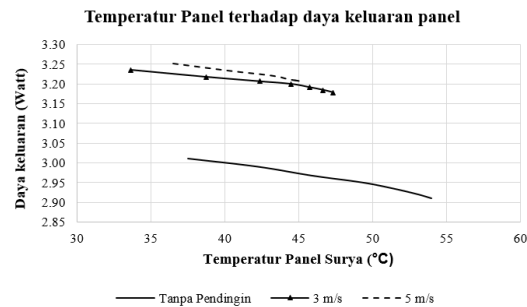
Gambar 4. Efek Pendingin Terhadap Temperatur Permukaan Panel

Gambar 4 merupakan grafik efek pendinginan media udara dengan kecepatan 3, 5 m/s dan tanpa pendingin terhadap temperatur permukaan panel. Pada panel tanpa pendingin temperatur secara linier naik seiring bertambahnya waktu. temperatur terjadi terjadi pada waktu 30 menit yaitu 54°C. Ketika penambahan media pendingin, udara dengan kecepatan 3 m/s dapat menjaga temperatur panel pada rentang 40-47°C. Sedangkan, udara dengan kecepatan 5 m/s dapat menurunkan temperatur panel hingga maksimal 44.6°C selama 30 menit pengujian. Dari data tersebut, pengamplifikasian pendingin udara dapat menurunkan dan menjaga temperatur panel dibawah 47°C selama pengujian. Semakin bertambah kecepatan udara yang diberikan maka semakin besar temperatur panel yang dapat diturunkan. Hal terjadi karena panas di permukaan panel yang diteruskan ke bagian bawah panel dapat dipindahkan ke udara melalui perpindahan panas konveksi paksa.

#### 3.2 Pengaruh Temperatur Panel terhadap daya keluaran panel surya.

Gambar 5 merupakan grafik efek temperatur permukaan panel terhadap daya keluaran panel. Secara keseluruhan, daya keluaran semakin menurun seiring meningkatnya temperatur panel. Daya keluaran panel tanpa pendingin yang didapat adalah berkisar 3-2,91 W. Setelah temperatur panel diturunkan daya keluaran panel meningkat menjadi 3,25 -3,16 W. Pada pendinginan 3 m/s, terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 7-9%, sedangkan pada daya keluaran 5 m/s sebesar 7-10%

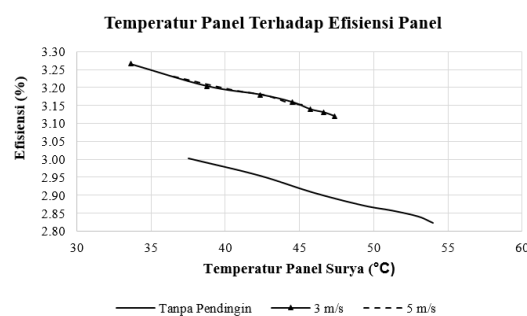
dibandingkan tanpa pendingin. Perbedaan daya keluaran dengan pendingin 3 dan 5 m/s relatif kecil dikarenakan selisih temperatur permukaan yang terjadi relatif kecil.



Gambar 5. Efek Temperatur Panel Terhadap Daya Keluaran Panel Surya

#### 3.3 Pengaruh Temperatur Panel terhadap efisiensi panel surya.

Gambar 6 menunjukkan grafik efek temperatur permukaan panel surya terhadap efisiensi listrik panel surya. Efisiensi listrik pada panel tanpa pendingin pada temperature permukaan panel 37,5°C adalah 3% sering bertambahnya waktu, ketika temperatur panel naik menjadi 54°C, efisiensi listrik panel turun menjadi 2,89%. Jika dibandingkan, efisiensi listrik dengan media pendingin lebih baik daripada tanpa pendingin. Efisiensi listrik panel dengan pendingin 3 m/s dan 5 m/s masing-masing adalah 3,25-3,15% dan 3,23-3,15%. Selisih antara daya keluaran 3 m/s dan 5 m/s adalah penyebabnya perbedaan efisiensi yang di dapat relatif kecil.



Gambar 6. Efek Temperatur Panel Terhadap Efisiensi Panel Surya

### 4. KESIMPULAN

1. Semakin tinggi kecepatan udara pendinginan panel, maka temperatur permukaan panel semakin turun.

2. Semakin tinggi temperature permukaan panel maka semakin rendah daya keluaran dan efisiensi listrik panel surya
3. Pendingin media udara dengan kecepatan 5 m/s dapat menurunkan temperatur panel sebesar 21%, meningkatkan daya keluaran dan efisiensi listrik masing-masing sebesar 7-10% dan 0.3%.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Outlook 2019," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [2] M. Benganem, A. A. Al-Mashraqi, and K. O. Daffallah, "Performance of solar cells using thermoelectric module in hot sites," *Renew. Energy*, vol. 89, pp. 51–59, 2016.
- [3] H. M. S. Bahaidarah, "Experimental performance evaluation and modeling of jet impingement cooling for thermal management of photovoltaics," *Sol. Energy*, vol. 135, pp. 605–617, 2016.
- [4] M. . Loegimin, B. Sumantri, M. A. B. Nugroho, Hasnira, and N. A. Windarko, "Sistem Pendinginan Air Untuk Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic," *J. Integr.*, vol. 12, no. 1, pp. 21–30, 2020.
- [5] F. Schiro, A. Benato, A. Stoppato, and N. Destro, "Improving photovoltaics efficiency by water cooling: Modelling and experimental approach," *Energy*, vol. 137, pp. 798–810, 2017.
- [6] M. Sardarabadi, M. Passandideh-Fard, M. J. Maghrebi, and M. Ghazikhani, "Experimental study of using both ZnO/ water nanofluid and phase change material (PCM) in photovoltaic thermal systems," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 161, no. November 2016, pp. 62–69, 2017.
- [7] C. A. Matias, L. M. Santos, A. J. Alves, and W. P. Calixto, "Increasing photovoltaic panel power through water cooling technique," *Trans. Environ. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [8] Z. A. Haidar, J. Orfi, and Z. Kaneesamkandi, "Experimental investigation of evaporative cooling for enhancing photovoltaic panels efficiency," *Results Phys.*, vol. 11, no. October, pp. 690–697, 2018.
- [9] M. R. Maghami, H. Hizam, C. Gomes, M. A. Radzi, M. I. Rezadad, and S. Hajighorbani, "Power loss due to soiling on solar panel: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 59, pp. 1307–1316, 2016.
- [10] I. B. G. Widiantara 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.
- [11] M. Munthaha, G. R. Cahyono, and P. R. Ansyah, "Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Panel Surya," *Poros Tek.*, vol. 12, no. 1, pp. 29–34, 2020.