

Analisis Output Daya pada Sistem Pembersih Debu berbasis ESP32 terhadap Panel Surya

Mauludy Meilany¹, Dika Satria¹, Rianda Pusparina A¹, Arkan Dhia Saputro¹, Budiman Faisal Tanjung¹, Rahmat Hidayat¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Teluk Jambe Timur, Karawang, 41361, Indonesia

Penulis Korespondensi : Mauludy Meilany (2110631160012@student.unsika.ac.id)

ABSTRAK

Pemanfaatan energi baru terbarukan semakin meningkat seiring dengan berkembangnya pemahaman masyarakat mengenai dampak lingkungan. Namun daerah karawang memiliki masalah krusial yaitu tingginya tingkat polusi udara dan debu yang sering kali melanda daerah ini. Polusi udara ini dapat menyebabkan penumpukan debu pada permukaan panel surya, yang selanjutnya mengurangi efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik. Dampak polusi udara menghasilkan partikel-partikel kecil yang dapat menempel pada panel surya, memblokir cahaya matahari yang seharusnya diserap oleh sel surya. Akibatnya, produksi listrik dari panel surya menurun, mengurangi potensi energi terbarukan yang dihasilkan. Sistem SWAM (Smart Water Mist) dirancang untuk mencegah penumpukan debu pada panel surya yang disebabkan oleh polusi udara di daerah karawang. Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh daya rata rata sebelum dibersihkan memperoleh hasil 1,4898 Watt. Sedangkan rata rata sesudah dibersihkan menggunakan sistem SWAM mendapatkan hasil 3,2218 Watt. Berdasarkan analisa kurva perbandingan daya memiliki kesimpulan bahwa penggunaan sistem SWAM memiliki persentase perbandingan senilai 1,16 %. hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan untuk menggunakan sistem SWAM pada proyek proyek PLTS.

KATA KUNCI PLTS, sistem SWAM; Polusi Udara; ESP32; Mikrokontroler.

ABSTRACT

The benefits of new renewable energy are increasing along with the development of public understanding regarding environmental impacts. However, the Karawang area has a crucial problem, namely the high levels of air and dust pollution that often hit this area. This air pollution can cause dust to build up on the surface of solar panels, which further reduces the efficiency of converting solar energy into electricity. The impact of air pollution produces small particles that can stick to solar panels, blocking sunlight that should be absorbed by solar cells. As a result, electricity production from solar panels decreases, reducing the potential for renewable energy produced. The SWAM (Smart Water Mist) system is designed to prevent dust buildup on solar panels caused by air pollution in the Karawang area. From the results of the analysis carried out, the average power before cleaning was 1.4898 Watts. Meanwhile, on average, after cleaning using the SWAM system, the results were 3.2218 Watts. Based on the analysis of the power comparison curve, it is concluded that the use of the SWAM system has a comparison percentage of 1.16%. It is hoped that the results of this research can be input for using the SWAM system in PLTS projects.

KEYWORD PLTS; SWAM system; air pollution; ESP32; microcontroller.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi baru terbarukan semakin meningkat seiring dengan berkembangnya pemahaman masyarakat mengenai dampak lingkungan untuk menjamin keberlangsungan kehidupan yang layak dimasa depan [1]. Energi matahari merupakan salah satu yang dimanfaatkan, khususnya untuk solar panel. Solar panel dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik [2]. Panel sel surya menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai [3]. Sebagai contoh pemanfaatan

penggunaan panel surya dalam kehidupan sehari-hari yaitu untuk menghidupkan lampu jalan, lampu taman, menyalakan lampu lalu lintas, dan lain sebagainya [4]. Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai jenis sumber daya energi dalam jumlah yang cukup melimpah. Letak Indonesia yang berada pada daerah khatulistiwa, maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10 - 12 jam dalam sehari [5]. Energi terbarukan yang potensial di Indonesia adalah energi matahari memiliki intensitas radiasi matahari

rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia [6]. Dalam upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan [7]. Dengan penggunaan panel surya pemerintah dan masyarakat mendapatkan manfaat dalam mengkonsumsi listrik dimana energi matahari dari panel surya dapat mengurangi ketergantungan penggunaan energi listrik dari bahan fosil dan merusak lingkungan [8]. Pencemaran lingkungan kian marak terjadi membuat wilayah Karawang mejadi salah satu kota dengan polusi udara terburuk. Hal ini merupakan resiko yang ditimbulkan dari pembangunan industri dan perumahan yang kian bertambah dari tahun ke tahun [9]. Daerah Karawang adalah sebuah refleksi atas dua masalah krusial: pertama, tingginya tingkat polusi udara dan debu yang sering kali melanda daerah ini, dan kedua, kebutuhan akan pemanfaatan energi terbarukan seperti panel surya untuk mendukung keberlanjutan energi. Karawang dan daerah serupa di Indonesia sering kali mengalami polusi udara yang disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk industri, lalu lintas, dan faktor-faktor alam seperti angin kering dan cuaca yang jarang turun hujan. Polusi udara ini dapat menyebabkan penumpukan debu pada permukaan panel surya, yang selanjutnya mengurangi efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik. Efisiensi panel surya yang menurun mengarah pada produksi listrik yang berkurang, yang berdampak pada ketersediaan energi terbarukan yang diharapkan. Sistem pencegahan debu berbasis ESP32 dirancang sebagai solusi untuk mengatasi tantangan ini. ESP32 adalah platform IoT yang canggih yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan sensor, perangkat pengendali, dan koneksi jaringan untuk memantau dan mengelola panel surya. Dengan sensor-sensor yang sesuai dan kontrol yang tepat, sistem ini dapat mendeteksi penumpukan debu pada panel surya dan mengambil tindakan pembersihan secara otomatis. Ini akan menjaga kinerja panel surya pada tingkat optimal, meningkatkan produksi listrik, dan mengurangi biaya pemeliharaan yang disebabkan oleh penurunan efisiensi [10]. Dampak polusi udara dan partikel debu menjadi semakin signifikan dalam lingkungan perkotaan yang cenderung terpapar oleh polusi udara. Polusi udara menghasilkan partikel-partikel kecil yang dapat menempel pada panel surya, memblokir cahaya matahari yang seharusnya diserap oleh sel surya. Akibatnya, produksi listrik dari panel surya menurun, mengurangi potensi energi terbarukan yang dihasilkan. Dari pembersih otomatis ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pembersihan solar panel [11]. Oleh karena itu, pemahaman dan penanganan akumulasi debu pada panel surya menjadi penting dalam menjaga efisiensi dan kinerja panel surya, serta mendukung penggunaan energi terbarukan dalam skala yang lebih luas. Proses perawatan modul solar cleaner merupakan salah satu proses yang membutuhkan tingkat keakuratan tinggi dalam proses perawatan modul [12]. Sistem SWAM (Smart Water Mist) dirancang untuk mencegah penumpukan debu pada panel surya. Cara kerja SWAM dalam rancang bangun sistem pencegahan debu pada

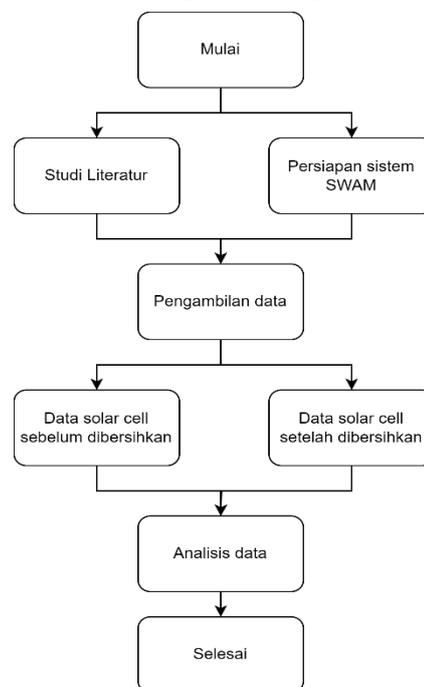
panel surya berbasis ESP32 dimulai dengan pemantauan otomatis terhadap tingkat debu di sekitar panel surya [13]. Sistem ini menggunakan sensor debu yang sensitif untuk mengukur jumlah partikel debu yang ada dalam lingkungan sekitarnya. Sensor ini secara terus-menerus memonitor tingkat debu, dan ketika tingkat debu mencapai ambang tertentu yang dapat mengurangi efisiensi panel surya, sistem SWAM akan memberikan respons. Respons ini berupa penyemprotan air dalam bentuk kabut halus ke permukaan panel surya. Air disemprotkan dengan menggunakan nozzle atau semprotan khusus yang menghasilkan kabut halus [14]. Kabut halus ini efektif mengangkat partikel-partikel debu dari kaca panel surya tanpa merusaknya. Proses ini berlangsung secara otomatis dan terus-menerus, sehingga panel surya tetap bersih dan berkinerja optimal sepanjang waktu.

Smart Water Mist (SWAM) merupakan solusi canggih yang dirancang khusus untuk mengatasi permasalahan umum yang sering dihadapi pada panel surya, yaitu akumulasi debu pada permukaan kaca solar cell. SWAM menggunakan teknologi sensor debu DS3231 yang sensitif untuk mengidentifikasi jumlah partikel debu yang ada di sekitar panel surya [15].

Penelitian ini menganalisis output daya pada sistem pembersih debu berbasis esp32 terhadap panel surya, dengan cara menganalisis perbandingan antara panel yang sebelum dibersihkan dan sesudah dibersihkan dengan sistem SWAM.

2. METODE

Metode pelaksanaan dalam program ini akan dilaksanakan sesuai dengan alur diagram berikut ini:



Gambar 1. Diagram alur pelaksanaan penelitian Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode penelitian terdiri dari pengujian unjuk kerja panel surya sebelum dan sesudah dibersihkan menggunakan sistem SWAM

dengan solar cell berkapasitas 30 Wp, lalu akan diambil data keluaran dari masing-masing panel surya menggunakan alat ukur yang ada.

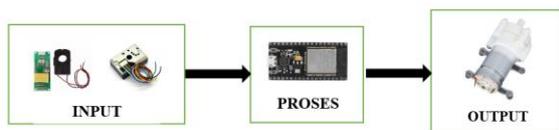
2.1. Identifikasi Masalah

Tahapan pertama merupakan identifikasi masalah, bertujuan untuk memperoleh dan mengumpulkan informasi mengenai fakta-fakta yang didapat seperti kondisi cuaca dan polusi udara yang ada di daerah Karawang. Metode pengumpulan informasi dilakukan dengan melakukan pencarian data secara online dan offline di internet dan sekitar kampus Universitas Singaperbangsa Karawang.

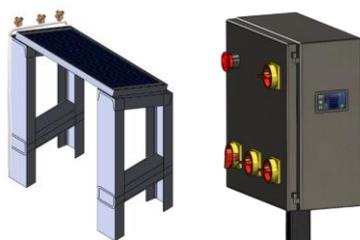
2.2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah pertama yang dilakukan berupa research materi terkait perencanaan pembuatan alat. Studi literatur ini dilakukan untuk menggali informasi lebih mendalam tentang perencanaan pembuatan alat yang ingin dirancang. Setelah dilakukan research dan riset materi, lalu dilaksanakan konsultasi dengan ahli bidang Teknik untuk mendapat informasi tambahan mengenai studi kasus, hal ini mengenai dampak polusi udara terhadap panel surya dan persentase kebutuhan sistem pencegahan debu panel surya di daerah Karawang.

2.3. Gambaran sistem SWAM



Gambar 2. IPO sistem SWAM



Gambar 3. Desain 3D Alat dan sistem

Smart Water Mist (SWAM) dirancang untuk memonitoring dan mencegah debu yang menempel pada objek kaca solar cell. Dengan memanfaatkan sensor debu ds3231 untuk mengidentifikasi jumlah partikel yang berada sekitar kaca solar cell. Sehingga SWAM bisa memberikan rekomendasi secara otomatis dan manual pembersihan pada solar cell dari hasil identifikasi jumlah partikel debu yang telah dideteksi dan diolah dengan mikrokontroler esp32. Oleh karena itu sistem utama dari SMAW adalah memanfaatkan Mikroprosesor esp32 yang mampu menjalankan proses computing dengan cukup baik. Output yang dihasilkan dari identifikasi sensor debu GP2Y1010AU0F yang telah diolah selanjutnya dilakukannya penyemprotan

water mist menggunakan pendekatan misting nozzle 4 sisi. Dengan bantuan alat ini, air disemprotkan melalui nozzle atau semprotan khusus, kemudian diubah menjadi kabut halus. Nantinya, kabut halus tersebut akan menghilangkan partikel kecil debu yang akan menempel pada kaca solar cell. Selain itu SWAM dilengkapi juga dengan monitoring energi yang dihasilkan panel surya yang terpasang pada bagian box panel monitoring.

2.4. Gambaran sistem PLTS

Pada penelitian ini dilakukan di lingkungan Universitas Singaperbangsa Karawang pada Langtitude -6.322469771441139 dan longitude 107.30593178127714.



Gambar 4. Interface PLTS.

Sistem PLTS ini berkapasitas 30 Wp yang terhubung pada, solar charger control, sistem pengaman, dan baterai dengan kemiringan (tilt) sebesar 18° dengan orientasi modul ke arah utara dan azimuth sebesar 5° sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.

Tabel 1. Spesifikasi komponen utama PLTS

| No | Peralatan | Jumlah | Kapasitas |
|----|-------------|--------|-----------|
| 1 | Modul Surya | 1 | 30 Wp |
| 2 | SCC | 1 | 30 A |
| 3 | Mcb | 1 | 50 |
| 4 | Baterai | 1 | 7 ah |

Adapun Spesifikasi modul surya dtunjukkan pada tabel 2 Dibawah ini :

Tabel 2. Spesifikasi modul surya

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| Solar Cell Type | Mono-Cristaline |
| Maximum Power (pmax) | 30 Wp |
| Maximum Power (Vmp) | 18 Volt |
| Maximum Power (Imp) | 1,67 Ampere |
| Open -Circuit Voltage (voc) | 21,6 Volt |
| Short-Circuit (isc) | 1,83 Ampere |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diberikan pemaparan mengenai hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh peneliti saat melakukan penelitian.

3.1. Uji Penelitian

Pada penelitian ini menguji 2 faktor antara lain plts sebelum dibersihkan menggunakan sistem SWAM dan plts sesudah dibersihkan menggunakan sistem SWAM.



Gambar 5. Sebelum dibersihkan



Gambar 6. Sesudah dibersihkan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian selama 4 jam dengan rentang waktu 1 jam selama 2 hari pengujian. Dapat diamati bahwa pada gambar 5 menunjukkan plts belum dibersihkan menggunakan SWAM sehingga tampak kotor dan berdebu. Adapun pada gambar 6 menunjukkan plts telah dibersihkan menggunakan SWAM sehingga keadaannya lebih bersih.

3.2. Analisa Daya Dihasilkan Sebelum Dibersihkan

Tabel 3. Hasil perolehan data yang dihasilkan sebelum dibersihkan

| Waktu | VOC Dihitung | ISC Dihitung |
|-----------|--------------|--------------|
| 10.00 | 17,2 | 0,04 |
| 11.00 | 17,7 | 0,09 |
| 12.00 | 18,1 | 0,12 |
| 13.00 | 17,8 | 0,11 |
| 14.00 | 17,3 | 0,06 |
| Rata-rata | 17,62 | 0,084 |

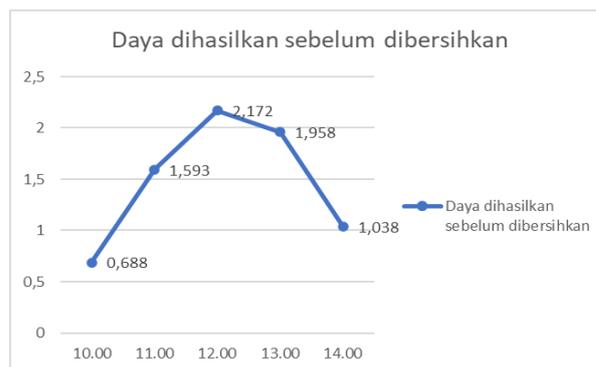
Berdasarkan tabel 3 di atas menunjukkan VOC maksimum pada pukul 12.00 yaitu 18,1 Volt. VOC minimum ditunjukkan pada pukul 10.00 yaitu 17,2 Volt. Nilai rata-rata VOC yang diperoleh yaitu 17,62 Volt. Adapun ISC maksimum pada pukul 12.00 yaitu 0,12 Ampere. ISC minimum ditunjukkan pada pukul 10.00 yaitu 0,04 Ampere. Nilai rata-rata ISC yang diperoleh yaitu 0,084 Ampere. Daya yang dihasilkan pada sel surya yaitu perkalian tegangan VOC dengan arus hubung singkat ISC yang dihasilkan oleh sel surya dapat dihitung dengan persamaan berikut.

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

Dengan: P adalah daya dihasilkan (watt), V adalah tegangan terukur, I adalah arus terukur.

Tabel 4. Hasil perhitungan data yang dihasilkan sesudah dibersihkan

| Waktu | Daya dihasilkan sebelum dibersihkan |
|-----------|-------------------------------------|
| 10.00 | 0,688 |
| 11.00 | 1,593 |
| 12.00 | 2,172 |
| 13.00 | 1,958 |
| 14.00 | 1,038 |
| Rata-rata | 1,4898 |



Gambar 7. Kurva daya keluaran sebelum dibersihkan

Pada gambar 7 di atas menunjukkan kurva daya maksimum pada pukul 12.00 yaitu 2,172 Watt. Adapun daya minimum ditunjukkan pada pukul 10.00 yaitu 0,688 Watt. Nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 1,4898 watt.

3.3. Analisa Daya Dihasilkan Sesudah Dibersihkan

Tabel 5. Hasil perolehan data yang dihasilkan sesudah dibersihkan

| Waktu | VOC Dihitung | ISC Dihitung |
|-----------|--------------|--------------|
| 10.00 | 20,2 | 0,19 |
| 11.00 | 20,6 | 0,14 |
| 12.00 | 20,8 | 0,11 |
| 13.00 | 20,5 | 0,19 |
| 14.00 | 20,4 | 0,16 |
| Rata-rata | 20,5 | 0,136 |

Berdasarkan tabel 5 di atas menunjukkan VOC maksimum pada pukul 12.00 yaitu 20,8 Volt. VOC minimum ditunjukkan pada pukul 10.00 yaitu 20,2 Volt. Nilai rata-rata VOC yang diperoleh yaitu 20,5 Volt. Adapun ISC maksimum pada pukul 10.00 dan 13.0 yaitu 0,19 Ampere. ISC minimum ditunjukkan pada pukul 11.00 yaitu 0,11 Ampere. Nilai rata-rata ISC yang diperoleh yaitu 0,136 Ampere. Daya yang dihasilkan pada sel surya yaitu perkalian tegangan VOC dengan arus hubung singkat ISC yang dihasilkan oleh sel surya dapat dihitung dengan persamaan 1.

Tabel 6. Hasil perhitungan data yang dihasilkan sesudah dibersihkan

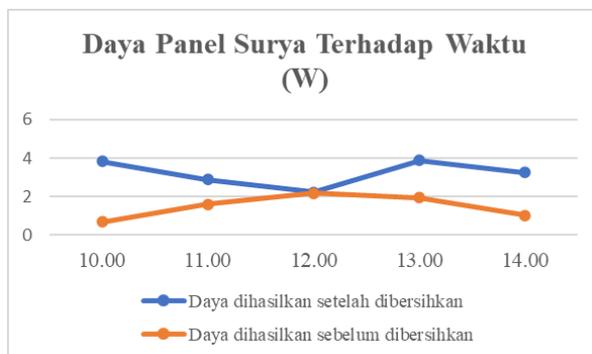
| Waktu | Daya dihasilkan sebelum dibersihkan |
|-----------|-------------------------------------|
| 10.00 | 3,838 |
| 11.00 | 2,884 |
| 12.00 | 2,228 |
| 13.00 | 3,895 |
| 14.00 | 3,264 |
| Rata-rata | 3,2218 |



Gambar 8. Kurva daya keluaran setelah dibersihkan

Pada gambar 8 di atas menunjukkan kurva daya maksimum pada pukul 10.00 yaitu 3,838 Watt. Adapun daya minimum ditunjukkan pada pukul 12.00 yaitu 2,228 Watt. Nilai rata-rata yang dihasilkan yaitu 3,2218 Watt.

3.4. Perbandingan Daya Dihasilkan (Watt)



Gambar 9. Kurva perbandingan daya dihasilkan

Kurva perbandingan pada gambar 9 menggambarkan bahwa daya rata rata sebelum dibersihkan memperoleh hasil 1,4898 Watt. Sedangkan rata rata sesudah dibersihkan menggunakan sistem SWAM mendapatkan hasil 3,2218 Watt. Berdasarkan analisa kurva perbandingan daya memiliki kesimpulan bahwa penggunaan sistem SWAM memiliki persentase perbandingan senilai 1,16 %.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan senilai 1,16% setelah plts dibersihkan menggunakan sistem SWAM. Daya minimum dan maksimum sebelum dibersihkan memperoleh hasil 0,688 watt dan 2,172 watt dengan nilai rata rata 1,4898 watt. Sedangkan daya minimum dan maksimum setelah dibersihkan memperoleh hasil 2,228 watt dan 3,838 watt dengan rata rata 3,2218 watt. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan untuk menggunakan sistem SWAM pada proyek proyek plts.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berkontribusi

pada penulisan dan penyelesaian jurnal ini. Terima kasih kepada rekan-rekan peneliti yang telah memberikan wawasan dan kontribusi berharga.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Wicaksono, A. Daud, and P. Mursid, "RANCANGAN AUTOMATIC SOLAR CLEANING SYSTEM," *Jurnal Energi*, vol. 12, 2023.
- [2] S. Melangi, M. Asri, P. Teknik Informatika, and T. Elektro, "PENGUNAAN IoT PADA SISTEM PEMANTAUAN KEBERSIHAN PANEL SURYA UNTUK OPTIMASI DAYA LISTRIK," *Universitas Ichsan Gorontalo*, vol. 8, no. 1, 2023.
- [3] M. Rif'an and M. Shidiq, "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya," *Jurnal EECCIS*, vol. Vol. 6, No. 1, 2012.
- [4] M. A. Prasetyo and H. K. Wardana, "Rancang Bangun Monitoring Solar Tracking System Menggunakan Arduino dan Nodemcu Esp 8266 Berbasis IoT," vol. 4, no. 2.
- [5] D. A. Widodo and T. A. Suryono, "PEMBERDAYAAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI ENERGI LISTRIK LAMPU PENGATUR LALU LINTAS," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 2 No.2, 2010.
- [6] O. Ambar Sari, T. Pangaribowo, M. Hafiz Ibnu Hajar, J. Meruya Selatan No, and J. Barat, "Sistem Kendali Pembersih Panel Surya Menggunakan Rolling Brush Dan Wiper Dengan Metode Terjadwal," *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer*, vol. 6, no. 2, 2022.
- [7] J. Purba, S. A. Uyun, and D. Sugianto, "PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA DENGAN SISTEM GERAK OTOMASI," *JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN*, vol. Vol. 7 NO. 1.
- [8] Y. Wiranatha Jaya Kusuma, N. Soedjarwanto, A. Trisanto, D. Despa, J. Teknik Elektro Universitas Lampung Jl Sumantri Brojonegoro No, and B. Lampung, "Rancang Bangun Penggerak Otomatis Panel Surya Menggunakan Sensor Photodiode Berbasis Mikrokontroler Atmega 16," 2015.
- [9] A. Nur Andini, H. Purnamasari, E. Priyanti, and U. Singaperbangsa, "Implementasi program pengawasan kegiatan industri terhadap pencemaran lingkungan air oleh dinas lingkungan hidup dan kebersihan," vol. 18, no. 3, pp. 2021–463, [Online]. Available: http://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/KINE_RJA
- [10] M. R. W. Kusuma, E. Apriaskar, and D. Djunaidi, "Rancang Bangun Sistem Pembersih Otomatis Pada Solar Panel Menggunakan Wiper Berbasis Mikrokontroler," *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 19, no. 01, pp. 23–32, Apr. 2020, doi: 10.31358/techn.v19i01.220.

- [11] Y. Adyapaka Apatya and -Oktavianus Ardhan Nugroho, "Jurnal Politeknik Caltex Riau Desain dan Evaluasi Robot Cleaner Solar Photovoltaics Menggunakan Komunikasi Nirkabel Berbasis Komunikasi Radio Frekuensi," 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>
- [12] Prasetyo, Eko. (2018) Rancang Bangun Alat Pembersih Debu Panel Surya (Solar Cell) Secara Otomatis. [Online]. Tersedia: www.jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/view/1029
- [13] Kurniawan, Alek. (2021). Mengenal Teknologi Smart Water untuk Industri Pengelolaan Air. [Online]. Tersedia: www.kompasiana.com/alekkurniawan1164/605Ofa20d541df5093271172/mengenal-teknologi-smart-water-untuk-industri-pengelolaan-air#google_vignette
- [14] Purnama, Putri. (2023). Mengenal Apa itu Water Mist, Seberapa Efektif Menangkal Polusi Udara?. medcom.id. [Online]. Tersedia: www.medcom.id/nasional/peristiwa/PNGyZoLk-mengenal-apa-itu-water-mist-seberapa-efektif-menangkal-polusi-udara.
- [15] Adella, Farha. (2020). Sistem Pintu Cerdas Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Internet Of Thing. Universitas Negeri Makassar. [Online]. Tersedia: www.ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14958.