

Rancang Bangun Alat Pembersih Solar Panel Menggunakan Wiper Dan Rolling Brush Secara Otomatis Berbasis Mqtt

Novan Arif Ardiansyah^a, Ayusta Lukita Wardani^b, Widi Aribowo^c, Aditya Chandra Hermawan^d

^{a, b, c, d} Department of Electrical Engineering, Vocational Program, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:
Received 25th February 2024
Received in revised form
10th March 2024
Accepted 20th April 2024
Available online 15th June 2024

Keywords:

DC Motor
ESP32
MQTT
Solar Panels
Solar Panel Cleaner

ABSTRACT

Electrical energy has an important role in human life, most electricity sources still use coal and petroleum, causing these sources to become increasingly depleted, therefore alternative electrical power sources are urgently needed. The use of solar energy is an effort to reduce global carbon emissions. In the implementation of solar panels as a daily generator of electrical energy, there are several factors that cause the performance of the solar panel to decrease, such as the outer layer of a solar panel being covered by dust or other obstructing materials. Several studies have been carried out to optimize the power output from solar panels by using solar panel cleaning systems. This final project aims to design and build a solar panel cleaning device using wiper and rolling brushes automatically based on MQTT. From the test results of this tool itself, it was found that the average voltage was 0,29 V without using water and 1,07 V when using water. Then, from the results of the experiments and tests, it was found that the voltage suitable for driving the DC motor for the rolling brush was 7.73 V, 8.01 V for the right wheel motor, and 9.05 V for the left wheel motor.

1 Pendahuluan

Energi listrik memiliki peranan yang penting dalam kehidupan manusia saat ini. Selama ini kebanyakan sumber listrik masih menggunakan batu bara dan minyak bumi. Kebutuhan akan sumber tenaga listrik alternatif sangat dibutuhkan ketika cadangan bahan bakar minyak (BBM) dunia semakin menipis [1]. Solar Panel merupakan alat yang digunakan untuk mendapatkan energi alternatif yang bersumber dari cahaya matahari. Solar Panel merupakan alat yang digunakan untuk mendapatkan energi alternatif yang bersumber dari cahaya matahari. Solar panel digunakan untuk memanfaatkan tenaga surya atau matahari dan merubahnya menjadi sumber energi listrik. Pada implementasi Solar Panel sebagai penghasil energi listrik sehari-hari, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kinerja dari Solar Panel berkurang seperti lapisan terluar dari suatu Solar Panel tertutupi oleh debu atau bahan penghalang lainnya. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produksi energi listrik dari panel surya antara lain tingkat intensitas radiasi matahari, suhu panel surya, shading, kebersihan panel surya, dan sudut kemiringan dari pemasangan panel surya [2]. Berdasarkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan ada beberapa kelemahan, antara lain yaitu lokasi sensor debu yang dianggap kurang efektif karena sensor digunakan hanya dapat mampu mendeteksi debu di udara sedangkan debu diatas panel surya tidak dapat dideteksi dan pembersih debu dengan sistem wiper yang bergerak dengan sudut sehingga ada bagian panel yang tidak tersapu wiper [3]. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengoptimalkan keluaran daya dari solar panel dengan menggunakan sistem pembersih panel surya dengan mode otomatis menggunakan digital timer [4], dengan rolling brush dan wiper mode jadwal [3], dengan rolling brush saja mode manual [5].

2 Studi Literatur

2.1 Modul Photovoltaic

Modul *Photovoltaic* (PV) merupakan komponen penting pada sistem PLTS yang berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan masih berupa listrik DC (Direct Connect) atau arus searah. Terdapat dua tipe modul PV yang sering digunakan yaitu tipe *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*, perbedaan dari dua tipe PV ini terdapat pada pengeluaran daya yang dihasilkan. Panel *poly* lebih mengeluarkan daya maksimal pada keadaan tanpa halangan, sedangkan keadaan dengan adanya halangan seperti air, pasir, dan daun daya yang terbesar dihasilkan oleh *mono* [6].

2.2 ESP32

Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem yang berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel [7].

2.3 Motor DC

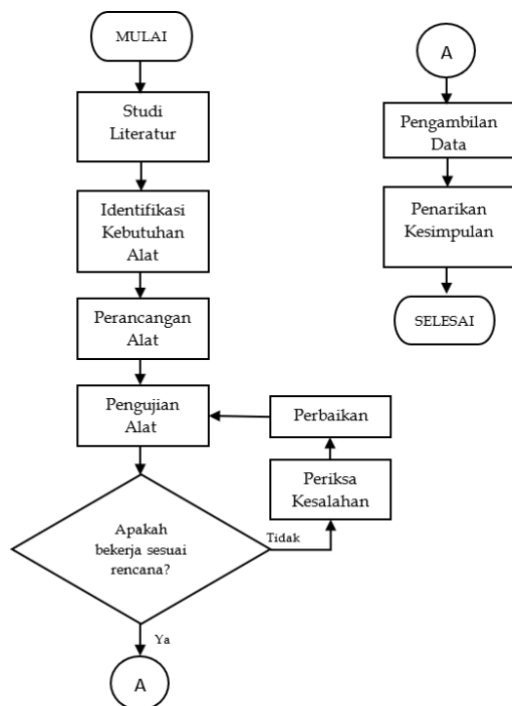
Motor DC yang dipakai bertipe Motor DC Brushed. Motor DC memerlukan *supply* tegangan dc pada kumparan medan magnetik untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC terdapat bagian utama yaitu stator dan rotor dimana kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar).

2.4 MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) adalah protocol konektivitas machine-to-machine (M2M)/Internet of Things (IOT) yang berbasis open source (Eclipse) dengan standar terbuka (OASIS) yang dirancang untuk perangkat terbatas dan bandwidth rendah, dengan legacy yang tinggi [8].

3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimental. Untuk prosedur penelitian yang dilalui sebagai berikut.



Gambar 1. Metode Penelitian

Keterangan:

1. Mulai: Persiapan awal sebelum melakukan pencarian informasi.
2. Studi Literatur: Pertama dilakukan studi literatur terkait rumusan masalah yang akan diangkat dalam penelitian.
3. Identifikasi Kebutuhan Alat: Kemudian dilakukan identifikasi kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat pembersih.
4. Perancangan Alat: Setelah itu dilakukan perancangan alat yang sekaligus merupakan bagian perancangan hardware dan software dari alat itu sendiri.
5. Pengujian Alat: Lalu dilakukan pengujian untuk memastikan apakah alat tersebut sudah bekerja sesuai keinginan pembuat
6. Perikasa Kesalahan: ini dilakukan ketika terjadi masalah saat pengujian dengan memeriksa masalah pada alat.
7. Perbaikan: setelah masalah ditemukan kemudian dilakukan perbaikan.
8. Pengambilan data: diambil data untuk menjawab rumusan masalah.
9. Penarikan kesimpulan: Kemudian dilakukan penarikan kesimpulan dari alat yang sudah diteliti pada tahap terakhir dari penelitian ini.

3.1 Prinsip Kerja Alat

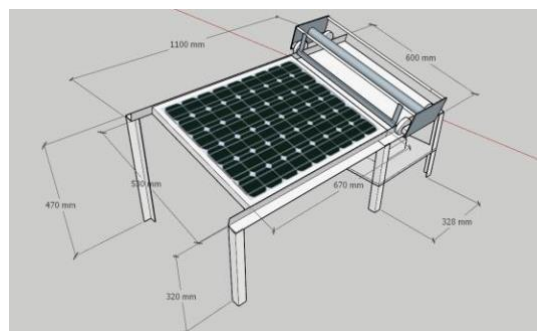
Untuk prinsip kerja alat sebagai berikut:

1. Operator dapat memilih mode pembersihan melalui aplikasi IoT yang terhubung dengan protocol MQTT yaitu mode otomatis menggunakan mode penjadwalan atau mode manual jarak jauh.
2. Jika memilih mode jadwal maka alat akan bekerja sesuai waktu yang diatur oleh operator.

3. Jika memilih manual maka alat pembersih dapat diatur kerjanya oleh operator melalui aplikasi IoT yang terhubung dengan sistem alat pembersih.
4. Setelah input dimasukkan kemudian akan diproses oleh ESP32.
5. ESP32 menjalankan program untuk mengirimkan sinyal ke *driver* motor dan modul relay.
6. Menghidupkan motor penggerak dan motor rolling brush sesuai program.
7. Alat pembersih akan bergerak linier horizontal.
8. Kemudian pompa air akan menyala dan memberikan air di atas kaca solar panel.
9. Setelah itu bagian wiper akan bergerak membersihkan air.
10. Pada mode otomatis, terdapat *push button* yang berfungsi sebagai sinyal input bahwa alat akan bergerak mundur atau berhenti sesuai *coding* program pada ESP32.

3.2 Desain Mekanik

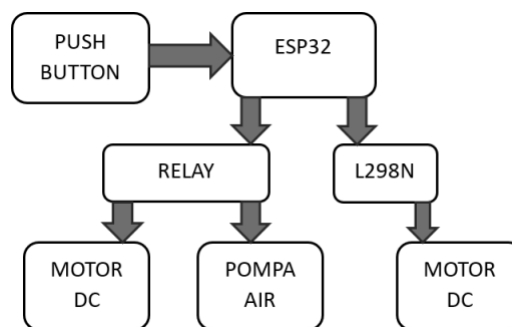
Berikut merupakan desain untuk alat pembersih solar panel.



Gambar 2. Desain *Prototype* Alat Pembersih Solar Panel

3.3 Rancang Bangun Hardware

Untuk skema rangkaian komponen alat pembersih solar panel sebagai berikut.



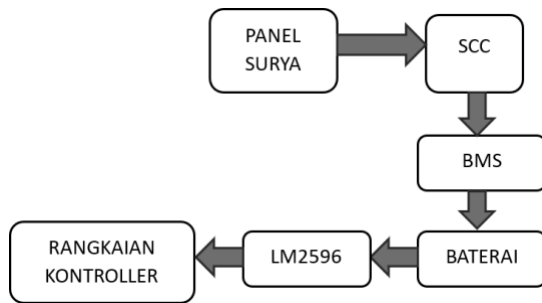
Gambar 3. Blok Diagram Rangkaian Kontroler

Penjelasan:

1. Push Button berfungsi untuk mengirimkan sinyal digital menuju ESP32.
2. Selain menerima sinyal, ESP32 juga berfungsi untuk memberikan sinyal analog dan digital menuju driver motor L298N dan sinyal digital yang menuju ke modul relay.
3. Nilai sinyal digital dapat berupa HIGH atau LOW untuk modul relay.
4. Sedangkan untuk driver motor L298N diberikan sinyal digital dengan nilai HIGH atau LOW dan

sinyal analog yang berupa gelombang PWM dengan rentang nilai dari 0 – 255.

5. Relay akan men drive motor dc dan 2 pompa air.
6. L298N akan men drive 2 motor dc dengan mengatur tegangan output.



Gambar 4. Blok Diagram Rangkaian SCC dan Baterai Menuju Kontroller

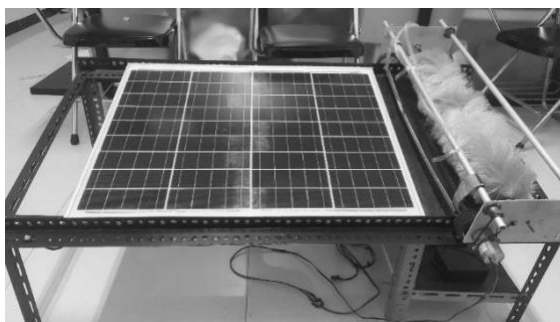
Penjelasan:

1. Panel surya menerima energi matahari dan akan diubah menjadi energi listrik.
2. SCC berfungsi sebagai pengatur tegangan dan arus yang akan masuk ke baterai.
3. Dari SCC menuju ke rangkaian BMS agar baterai lithium dapat diputus aliran arusnya ketika sudah penuh.
4. Tegangan baterai sebesar 12 V kemudian diturunkan menggunakan LM2596 sebesar 8 V dan 5 V. Tegangan 8V digunakan untuk men *supply* rangkaian motor DC bagian rolling brush dan pompa air. Sedangkan 5V digunakan untuk men *supply* rangkaian mikrokontroller, modul relay, dan driver motor L298N.

4 Pembahasan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besarnya tegangan yang dihasilkan oleh solar panel sebelum dan sesudah dibersihkan oleh alat.

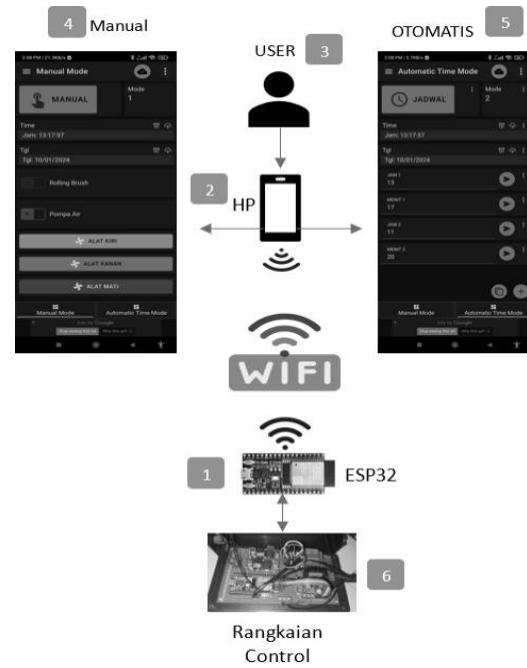
4.1 Hasil Rangkaian Alat



Gambar 5. Model Alat Pembersih Solar Panel

4.2 Cara Kerja Pengoperasian

Sistem kerja pengoperasian alat sebagai berikut.



Gambar 6. Sistem Kerja Pengoperasian Alat

Penjelasan:

1. ESP32 harus terhubung dengan jaringan wifi yang sudah ditentukan pada coding.
2. Perangkat handphone atau smartphone harus terhubung pada jaringan internet tidak harus sama dengan ESP32.
3. Pengguna dapat membuka aplikasi “IoT MQTT Panel” pada smartphone.
4. Opsi kendali manual jarak jauh untuk menjalankan alat pembersih.
5. Opsi kendali otomatis dengan jadwal untuk menjalankan alat pembersih.
6. Setelah pengguna memilih opsi kendali, maka akan diterima oleh ESP32 dan akan menyalakan komponen yang sudah diperintahkan oleh coding.

4.3 Aplikasi Untuk Kendali Jarak Jauh

Aplikasi yang digunakan pada smartphone yaitu “IoT MQTT Panel”. Terdapat dua opsi kendali yang tersedia yaitu kendali manual jarak jauh dan kendali otomatis berdasarkan jadwal.

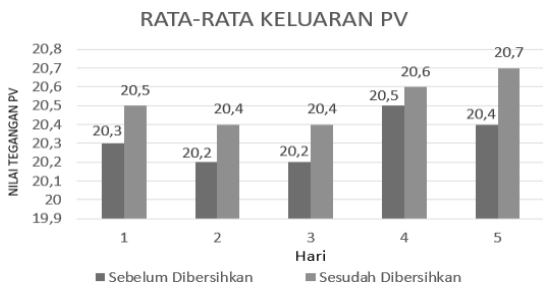


Gambar 7. Opsi Kendali Manual dan Otomatis Pada Aplikasi “IoT MQTT Panel”

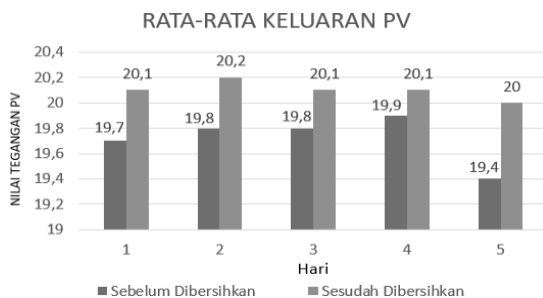
Penjelasan:

1. Untuk mengganti user interface pada aplikasi dapat menekan kolom "Manual Mode" dan "Automatic Time Mode" dibawah kolom "Alat Mati" yang berwarna merah.
2. Untuk menghidupkan mode manual jarak jauh, pengguna dapat menekan tombol "Manual" dengan icon jari penunjuk, kemudian kolom "mode" akan menampilkan angka 1 yang berarti mode manual dipilih.
3. Untuk menghidupkan mode otomatis berdasarkan jadwal, pengguna dapat menekan tombol "Jadwal" dengan icon jam, kemudian kolom "mode" akan menampilkan angka 2 yang berarti mode otomatis dipilih.
4. Pada kolom "time" dan "tanggal" terdapat Hari dan Waktu untuk alat pembersih.
5. Terdapat tombol "Rolling Brush" dan "Pompa Air" yang berguna untuk menjalankan dan mematikan kedua komponen tersebut.
6. Terdapat tombol "Alat Kiri, Kanan, dan Mati" yang berfungsi untuk menggerakkan alat ke arah kanan atau kiri, dan mematikan gerak alat.
7. Pada kolom "Jam 1; Menit 1; Jam 2; Menit 2" berfungsi untuk mengatur kapan alat pembersih akan dihidupkan, terdapat 2 waktu kapan alat pembersih tersebut dapat dihidupkan. Bila hanya menginginkan satu kali pembersihan saja dalam sehari, maka masukkan jadwal yang sama pada kolom "Jam 1; Menit 1; Jam 2; Menit 2".

4.4 Pengujian Pembersihan Solar Panel Dengan Alat Tanpa Bantuan Air



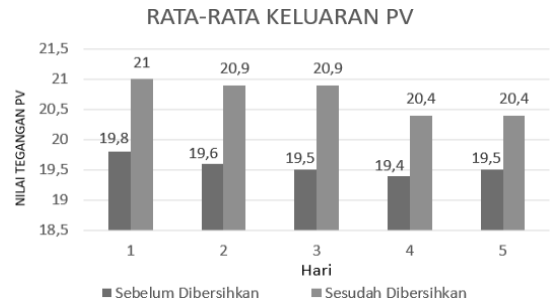
Gambar 8. Pengujian Tanpa Air Rata-rata Keluaran Solar Panel Sekitar Jam 08.00 Pagi dalam 5 hari



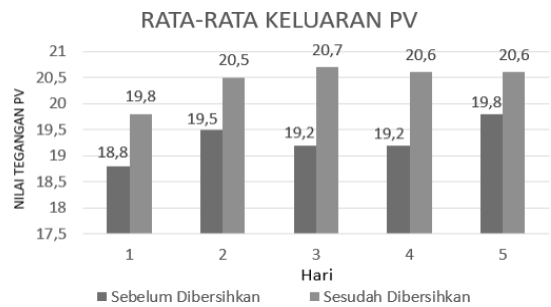
Gambar 9. Pengujian Tanpa Air Rata-rata Keluaran Solar Panel Sekitar Jam 12.00 Siang dalam 5 hari

Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai rata – rata dari selisih total sebelum solar panel dibersihkan dengan sesudah dibersihkan tanpa bantuan air yaitu sebesar 0,29.

4.5 Pengujian Pembersihan Solar Panel Dengan Alat Menggunakan Bantuan Air



Gambar 10. Rata-rata keluaran Solar Panel Sekitar Jam 08.00 Pagi dalam 5 hari dengan Alat dan Air



Gambar 11. Rata-rata keluaran Solar Panel Sekitar Jam 12.00 Siang dalam 5 hari dengan Alat dan Air

Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai rata – rata dari selisih total sebelum solar panel dibersihkan dengan sesudah dibersihkan menggunakan bantuan air yaitu sebesar 1,07.

4.6 Pengujian Motor Roda Penggerak dan Motor Rolling Brush

Pada pengujian ini dilakukan pengecekan tegangan motor DC untuk bagian roda penggerak dan motor DC bagian rolling brush. Data diuji di tegangan baterai 11,5 V.

Tabel 1. Pengujian Tegangan Motor DC

Motor DC	Kecepatan Putar (RPM)	Tegangan (V)	Arus (A)
Roda Kanan	6,1	8,01	0,02
Roda Kiri	6,6	9,05	0,16
Rolling Brush	293	7,73	0,52

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari berapa kecepatan putar (RPM) pada motor rolling brush yang diperlukan agar alat dapat membersihkan debu secara total. Pengetesan pada motor rolling brush dimulai dari tegangan 5 V hingga 12 V.

4.7 Pengujian Pengisian Baterai

Tabel 2. Pengujian Pengisian Baterai

Jam	Tegangan (Vin)
10:32	10,39 V
11:12	11,18 V
11:32	11,33 V
11:52	11,76 V
12:12	11,96 V

CUT OFF
Tegangan Baterai 11,96 V

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan menuju baterai yang akan diputus oleh Solar Charge Controller (SCC) dan Battery Management System (BMS). Pada pengujian ini dilakukan pengisian baterai dari pukul 10:52 dengan tegangan awal 10,39 V dan berhenti pada tegangan 11,96 V pukul 12:12. Pada SCC sendiri sudah diatur untuk berhenti pada tegangan 12,2 V tetapi BMS sudah men cut-off arus pengisian pada baterai pada 11,96 V. Ini juga bisa menandakan bahwa ada beberapa cell yang tidak dalam kondisi bagus dikarenakan baterai terhubung secara seri.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut. Untuk solar panel sebelum dibersihkan mendapatkan tegangan rata – rata 20,02 V dan setelah dibersihkan dengan alat tanpa bantuan air mendapatkan tegangan rata – rata 20,31 V sehingga didapatkan selisih rata – rata 0,29 V dari perbandingan sebelum dibersihkan. Untuk pengujian alat dengan air tegangan solar panel sebelum dibersihkan didapatkan rata – rata 19,43 V, setelah dibersihkan didapatkan rata – rata tegangan 20,5 V, sehingga didapatkan selisih rata – rata 1,07 V dari perbandingan sebelum dibersihkan. Untuk tegangan yang cocok digunakan pada alat untuk menggerakkan motor dc yaitu 7,73 V bagian rolling brush, 8,01 V untuk roda bagian kanan, 9,05 V untuk roda bagian kiri.

Kontribusi Penulis

Pada penelitian ini, terdapat dua macam cara pembersihan yang dijadikan satu yaitu pembersihan menggunakan *rolling brush* dan wiper. Kemudian terdapat sambungan secara *wireless* menggunakan MQTT sehingga ini yang membedakan dengan penelitian yang lain.

Referensi

- [1] J. Purba, A. S. Uyun, D. Sugiyanto, dan M. I. Ramdhan, "Perancangan Prototipe Alat Pembersih Panel Surya Dengan Sistem Gerak Otomasi," *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 7, no. 1, 2022.
- [2] M. Malik Al Falah, I. Nyoman Satya Kumara, dan W. Gede Ariastina, "Perkembangan Riset Dan Produk Komersial Sistem Pembersih Panel Surya," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, 2021.
- [3] O. A. Sari, T. Pangaribowo, dan M. H. I. Hajar, "Sistem Kendali Pembersih Panel Surya Menggunakan Rolling Brush Dan Wiper Dengan Metode Terjadwal," *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer*, vol. 6, no. 2, 2022.
- [4] E. P. Wibowo, D. Notosudjono, dan D. B. Fiddiansyah, "Rancang Bangun Alat Pembersih Debu Panel Surya (Solar Cell) Secara Otomatis," (*JOM Bidang Teknik Elektro Fakultas Teknik-Universitas Pakuan*, vol. 1, no. 1, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://mbed.org/users/edodm85/n>
- [5] N. Khadka, A. Bista, B. Adhikari, A. Shrestha, dan D. Bista, "Smart solar photovoltaic panel cleaning system," dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Apr 2020. doi: 10.1088/1755-1315/463/1/012121.
- [6] A. L. Wardani, A. H. Andriawan, dan N. A. Basyarach, "Perbandingan Antara Solar Cell Tipe Monocrystalline Dan Polycrystalline Pada Keadaan Terhalang Untuk Pertimbangan Pemilihan Pembangkit Tenaga Surya," 2019, hlm. 251–256. [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>
- [7] S. R. S. Lando, "Perancangan Visualisasi Air Terjun Mini Dengan Menggunakan Instrumen Dan Cahaya RGB Led Untuk Aquascape (Dengan Sistem Kontrol Berbasis Android)," 2020. Diakses: 18 Januari 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://elibrary.unikom.ac.id/eprint/4161>
- [8] N. Y. Priyono, "Laporan Proyek Akhir System Peringatan Dini Banjir Berbasis Protocol Mqtt Menggunakan Nodemcu Esp8266 Disusun Oleh," Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Akakom Yogyakarta, Yogyakarta, 2017. Diakses: 18 Januari 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://eprints.utdi.ac.id/4913/>

Halaman ini sengaja di kosongkan