

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH *WATER CLEAN* DAN *DRY CLEAN* SECARA OTOMATIS PADA PERMUKAAN
PANEL SURYA TERHADAP DAYA KELUARAN**



OLEH:

DYNDA SEPTIYANI

03041282025056

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH *WATER CLEAN* DAN *DRY CLEAN* SECARA OTOMATIS PADA PERMUKAAN PANEL SURYA TERHADAP DAYA KELUARAN



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**OLEH:
DYNDA SEPTIYANI
03041282025056**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH *WATER CLEAN* DAN *DRY CLEAN* SECARA
OTOMATIS PADA PERMUKAAN PANEL SURYA TERHADAP DAYA
KELUARAN



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh

DYNDA SEPTIYANI
NIM. 03041282025056



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.IPU
NIP. 197108141999031005

Indralaya, 14 Mei 2024
Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Ike Bayusari, S.T., M.T.
NIP. 197010181997022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

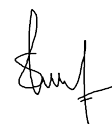
Nama : Dynda Septiyani
NIM : 03041282025056
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* :

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian Saya yang berjudul “Analisis Pengaruh *Water Clean* Dan *Dry Clean* Secara Otomatis Pada Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Keluaran” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 08 Mei 2024




Dynda Septiyani

NIM. 03041282025056

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencakupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____
Pembimbing Utama : Ike Bayusari, S.T., M.T.
Tanggal : 14/Mei/2024

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dynda Septiyani
NIM : 03041282025056
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah Saya yang berjudul:

ANALISIS PENGARUH *WATER CLEAN* DAN *DRY CLEAN* SECARA OTOMATIS PADA PERMUKAAN PANEL SURYA TERHADAP DAYA KELUARAN

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : 14 Mei 2024


E7BALX210207596 Dynda Septiyani
NIM. 03041282025056

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, berkat rahmatNya penulis mampu menyelesaikan Laporan Penelitian dengan judul “Analisis Pengaruh *Water Clean* Dan *Dry Clean* Secara Otomatis Pada Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Keluaran”.

Laporan ini disusun guna untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Selama proses menyusun laporan ini tentu banyak pihak yang mendukung penulis dalam bentuk apapun, sehingga penulisan dapat dituntaskan. Oleh karena itu penulis ingin mempersembahkan ucapan terima kasih kepada :

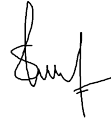
1. Allah SWT yang maha Esa, yang telah memberikan berkat dan rahmatNya.
2. Kedua orang tua yang telah mendukung sepenuh hati.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Siddik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Rahmawati, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik.
5. Ibu Ike Bayusari, S.T., M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir yang sangat Suportif.
6. Teman- teman satu bimbingan Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen, pegawai, dan teman- teman Angkatan 2020 Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
8. Kepada seluruh pihak yang memberikan pendapat dalam penelitian ini.

Penulis mengetahui bahwa terdapat kekurangan dalam menyusun laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis sangat menerima kritik dan saran guna untuk mengembangkan tulisan ini.

Besar harapan agar penelitian ini dapat menjadi amal jariyah yang baik dan dapat membantu banyak pihak terutama kepada para mahasiswa Teknik elektro di Seluruh Indonesia. Juga dapat menjadi salah satu referensi dalam melakukan penelitian selanjutnya maupun sebagai salah satu sumber pengetahuan mengenai

Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk meningkatkan sistem dan optimalisasi pembangkit di masa yang akan datang.

Indralaya, 08 Mei 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dynda Septiyani', written in a cursive style.

Dynda Septiyani

ABSTRAK
**ANALISIS PENGARUH *WATER CLEAN* DAN *DRY CLEAN* SECARA
OTOMATIS PADA PERMUKAAN PANEL SURYA TERHADAP DAYA
KELUARAN**

(Dynda Septiyani, 03041282025056, 2024, 36 halaman)

Panel surya perlu dipelihara dengan baik agar kinerjanya tetap maksimal. Pengaruh kinerja panel diantaranya adalah polusi yang menutupi permukaan panel, suhu lingkungan, temperatur permukaan panel, dan intensitas cahaya matahari. Sehingga penulis melakukan percobaan pembersihan panel surya menggunakan metode *water clean* dan *dry clean* secara otomatis. Percobaan dilakukan pada efektifitas cahaya matahari terbaik yaitu antara pukul 10.00 WIB hingga 14.00 WIB. Percobaan dilakukan dengan membandingkan tegangan, arus, dan daya keluaran antara panel dengan menggunakan *water clean*, *dry clean*, dan panel tanpa pembersih. Dari hasil pengukuran yang didapatkan selama 10 hari, nilai tegangan rata-rata, arus rata-rata, dan daya keluaran rata-rata terbesar terdapat pada panel surya dengan menggunakan *water clean* yaitu pada pukul 12.00 WIB dengan tegangan sebesar 14,97 volt, arus sebesar 0,05 A, dan daya keluaran sebesar 0,748 watt. Sedangkan, nilai tegangan rata-rata, arus rata-rata, dan daya keluaran rata-rata terkecil terdapat pada panel surya tanpa pembersih yaitu pada pukul 14.00 WIB dengan tegangan sebesar 9,05 volt, arus sebesar 0,029 A, dan daya keluaran sebesar 0,26 watt. Metode *water clean* memiliki dampak pembersih yang paling tinggi dan menghasilkan daya keluaran yang paling besar, hal ini dikarenakan selain sebagai pembersih air juga berfungsi sebagai pendingin pada permukaan panel surya.

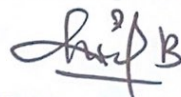
Kata Kunci : Panel Surya, *Water Clean*, *Dry clean*, Daya Keluaran

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. IPU
NIP. 197108141999031005

Indralaya, 14 Mei 2024

Menyetujui,
Pembimbing Utama


Ike Bayusari, S.T., M.T.
NIP. 197010181997022001

ABSTRACT

ANALYSIS THE EFFECT OF AUTOMATIC WATER CLEAN AND DRY CLEAN ON THE SOLAR PANEL SURFACE ON OUTPUT POWER

(Dynda Septiyani, 03041282025056, 2024, 36 pages)

Solar panels need to be maintained properly so that their performance remains optimal. Influences on panel performance include pollution covering the panel surface, environmental temperature, panel surface temperature, and sunlight intensity. So the author carried out solar panel cleaning experiments using automatic water clean and dry clean methods. The experiment was carried out at the best effectiveness of sunlight, namely between 10.00 WIB and 14.00 WIB. Experiments were carried out by comparing the voltage, current and output power between panels using water clean, dry clean and panels without cleaning. From the measurement results obtained for 10 days, the largest average voltage, average current and average output power values were found on solar panels using water clean, namely at 12.00 WIB with a voltage of 14.97 volts, a current of 0.05 A, and an output power of 0.748 watts. Meanwhile, the smallest average voltage, average current, and average output power values are found on solar panels without cleaning, namely at 14.00 WIB with a voltage of 9.05 volts, a current of 0.029 A, and an output power of 0.26 watts. The water clean method has the highest cleaning impact and produces the greatest output power, this is because apart from being a cleanser, water also functions as a coolant on the surface of the solar panels.


Keywords : *Solar Panel, Water Clean, Dry Clean, Output Power*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.IPU
NIP. 197108141999031005

Indralaya, 14 Mei 2024

Menyetujui,
Pembimbing Utama


Ike Bayusari, S.T., M.T.
NIP. 197010181997022001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR RUMUS.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Panel Surya.....	5
2.2 Jenis Panel Surya	6
2.2.1 <i>Monocrystalline Silicone Solar Cell</i>	6
2.2.2 <i>Thin Film</i>	6
2.2.3 <i>Polycrystalline Silicone Solar Cell</i>	6
2.3 Faktor Susut Terhadap Panel Surya.....	7
2.3.1 Temperatur Panel Surya	7
2.3.2 Faktor Lingkungan.....	8
2.4 Karakteristik Debu Terhadap Panel Surya.....	8
2.5 Teknik Pembersih Panel Surya.....	9
2.5.1 Alat Pembersih Panel Surya Secara Manual	9
2.5.2 Alat Pembersih Panel Surya Otomatis	10
2.6 Daya Aktif.....	10
2.7 Arduino	11

2.7.1 Relay.....	11
2.7.2 Modul Real TimeClock.....	12
2.7.3 Motor Stepper.....	12
2.8 Pompa Air	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Lokasi Penelitian.....	13
3.2 Waktu Rencana Penelitian.....	13
3.3 Metode Penelitian yang Dipakai	14
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.5 Alat dan Bahan	16
3.6 Rancangan Desain <i>Prototype</i>	19
3.6.1 Panel Surya dengan <i>Water Clean</i>	19
3.6.2 Panel Surya dengan <i>Dry Clean</i>	20
3.6.3 Panel Surya Tanpa Pembersih	21
3.7 Rangkaian Percobaan <i>Prototype</i>	22
3.8 Rangkaian Pengukuran	23
3.8.1 Rangkaian Pengukuran Arus	23
3.8.2 Rangkaian Pengukuran Tegangan	23
3.9 Tahapan Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	26
4.1 Umum	26
4.2 Data Hasil Pengukuran.....	27
4.2.1 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Dengan <i>Water Clean</i>	27
4.2.2 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Dengan <i>Dry Clean</i>	28
4.2.3 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Pembersih.....	28
4.3 Perhitungan Daya Pada Panel Surya	29
4.4 Hasil dan Analisis Tahapan Penelitian	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Solar Panel	5
Gambar 2.2 Kurva Karakteristik V-I Terhadap Suhu	7
Gambar 2.3 Karakteristik Debu Terhadap Rugi Efisiensi Panel Surya.....	8
Gambar 2.4 Pembersih Manual.....	9
Gambar 2.5 Pembersih Otomatis	10
Gambar 3.1 Desain <i>Prototype</i> Panel Surya Dengan <i>Water Clean</i>	19
Gambar 3.2 Desain <i>Prototype</i> Panel Surya Dengan <i>Dry Clean</i>	20
Gambar 3.3 Desain <i>Prototype</i> Panel Surya Tanpa Pembersih	21
Gambar 3.4 Rangkaian Rancangan <i>Prototype</i>	22
Gambar 3.5 Rangkaian Pengukuran Tegangan	23
Gambar 3.5 Rangkaian Pengukuran Tegangan	23
Gambar 3.6 Rangkaian Pengukuran Arus	23
Gambar 4.1 Prototipe Panel dengan <i>Water Clean</i> , <i>Dry Clean</i> secara otomatis, dan Tanpa Pembersih.....	27
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Rata-rata Pada Panel Dengan <i>Water Clean</i> , Panel Dengan <i>Dry Clean</i> , dan Panel Dengan Tanpa Pembersih.....	29
Gambar 4.3 Grafik Arus Rata-rata Pada Panel Dengan <i>Water Clean</i> , Panel Dengan <i>Dry Clean</i> , dan Panel Dengan Tanpa Pembersih	30
Gambar 4.4 Grafik Daya Keluaran Rata-rata Pada Panel Dengan <i>Water Clean</i> , Panel Dengan <i>Dry Clean</i> , dan Panel Dengan Tanpa Pembersih.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rencana Waktu Penelitian.....	13
Tabel 3.2 Alat dan Bahan	16
Tabel 4.1 Data Pengukuran Panel Surya Dengan <i>Water Clean</i>	27
Tabel 4.2 Data Pengukuran Panel Surya Dengan <i>Dry Clean</i>	27
Tabel 4.3 Data Pengukuran Panel Surya Tanpa Pembersih	28

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Daya Aktif.....	11
---------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengukuran Panel Surya Dengan <i>Water Clean</i>	39
Lampiran 2 Data Pengukuran Panel Surya Dengan <i>Dry Clean</i>	41
Lampiran 3 Data Pengukuran Panel Surya Tanpa Pembersih	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama manusia dalam menjalankan aktivitas. Namun, konsumen energi listrik konvensional yang semakin hari kian meningkat, membuat sumber energi listrik hasil bumi yang bersifat dapat habis atau tidak kekal ini akan semakin menipis. Untuk mencegah krisis sumber energi pada masa yang akan datang, maka dibutuhkan sumber alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Salah satu energi terbarukan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yaitu adanya penggunaan cahaya matahari menggunakan sel surya sebagai pengubah cahaya matahari menjadi bentuk listrik. Pembangkit ini juga bersifat ramah lingkungan karena dalam prosesnya pembangkit ini tidak menimbulkan emisi karbon. Pembangkit dengan pemanfaatan energi surya akan kekal karena cahaya matahari merupakan sumber alam yang bersifat non-konvensional.

PLTS merupakan salah satu pembangkit yang membutuhkan biaya pembangunan dan pemeliharaan yang cukup mahal karena penjualan panel yang masih relatif jarang. Sehingga penggunaan pembangkit ini perlu dilakukan pemeliharaan dan optimalisasi hasil daya sehingga pembangkit dapat bertahan dan berfungsi secara maksimal. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja panel selain tingkat intensitas cahaya diantaranya adalah suhu permukaan panel dan kebersihan permukaan panel. Jika permukaan panel dalam keadaan *overheat* maka panel mengalami penurunan daya keluaran senilai 0,5% [1]. Batas suhu dalam efisiensi terbaik untuk menerima intensitas radiasi matahari pada permukaan panel surya yaitu 25° celcius [2]. Maka dari itu, penjagaan suhu permukaan panel sangat penting untuk menjaga optimalisasi panel dalam menyerap cahaya matahari.

Selain itu, keadaan permukaan panel tidak boleh dalam keadaan kotor, karena partikel debu, kotoran solid, maupun bayangan dapat juga mempengaruhi

penyerapan cahaya matahari pada panel. Beberapa pembersih yang dapat dilakukan pada permukaan panel yaitu dengan menggunakan air atau cairan tertentu, lap seperti bahan *microfiber*, *rolling brush*, *wiper*, sabun khusus, dan lainnya. Dalam penelitian Satrio Adi dkk., dengan menggunakan pembersih otomatis menggunakan air maka hasil produksi energi solar panel 59.55% lebih besar dibandingkan panel tanpa dilakukan pembersihan [3]. Selain sebagai pembersih permukaan panel, air juga dapat berfungsi sebagai *cooling system* sehingga dapat menjaga keadaan suhu permukaan panel dalam keadaan efisiensi terbaik.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Pengaruh *Water Clean* Dan *Dry Clean* Secara Otomatis Pada Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Keluaran”

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah membuat sistem *water clean* menggunakan *microfiber* dan *dry clean* menggunakan *rolling brush* secara otomatis dalam bentuk *prototype* menggunakan panel surya *polycrystalline* 10 Wp. Dalam penelitian Satrio Adri mengatakan bahwa dengan menggunakan pembersih otomatis menggunakan air maka hasil produksi energi solar panel meningkat sebesar 59.55% [3]. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa air dapat berfungsi sebagai pembersih dan juga sebagai pendingin pada permukaan panel. Pada penelitian selanjutnya dilakukan Ovina Ambar Sari dkk., hasil percobaan yang dilakukan mengatakan panel dengan menggunakan pembersih *rolling brush* menghasilkan tegangan yang lebih baik yaitu mengalami peningkatan sebesar 0, 316 volt pada pagi hari dan 0, 498 volt pada siang hari [4]. Maka dari itu penulis melakukan perbandingan antara *water clean* menggunakan *microfiber* dan *dry clean* menggunakan *rolling brush*. Peneliti memilih material *microfiber* sebagai pembersih pada *water clean* dengan pertimbangan bahan tersebut dapat menyerap air dengan baik sehingga tidak ada residu yang tertinggal pada permukaan panel.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulis dalam melakukan penelitian ini yaitu:

1. Merancang *prototype water clean* menggunakan *microfiber* dan *dry clean* menggunakan *rolling brush* secara otomatis pada panel surya *polycrystalline* 10 Wp.
2. Mengukur dan menganalisis tegangan dan arus pada tiga panel surya yaitu panel dengan *water clean*, panel dengan *dry clean*, dan panel tanpa pembersih.
3. Menghitung dan menganalisis hasil daya keluaran dari masing- masing panel surya tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, penulis memiliki batasan masalah agar pembahasan yang dilakukan lebih terfokus dan mencapai tujuan penelitian:

1. Menggunakan panel surya jenis *polycrystalline* dengan kapasitas 10 Wp.
2. Menggunakan air dan bahan *microfiber* sebagai lap pembersih pada *water clean* dan tidak memperhitungkan debit air yang keluar.
3. Menggunakan *rolling brush* pada *dry clean* dan tidak memperhitungkan kecepatan putar *rolling brush*.
4. Menggunakan sudut kemiringan panel sebesar 15°.
5. Menggunakan adaptor sebagai sumber listrik untuk penggerak sistem otomatis.
6. Tidak membahas sistem dan program pada arduino sebagai pendukung pembuatan *prototype*.
7. Pengambilan data dilakukan 1 kali per- 2 jam dengan rentang waktu jam 10.00- 14.00 WIB selama 10 hari

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan secara berurutan dengan susunan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan yang dipakai.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi materi literatur tentang teori, alat, dan bahan yang digunakan dalam penelitian untuk mendukung bahasan masalah yang akan dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, perancangan pembuatan alat, dan metode penelitian yang akan digunakan dalam penulisan penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian meliputi data hasil penelitian yang dilakukan dan analisis data hasil percobaan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdapat kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan dan saran dari penelitian yang telah dianalisis

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Iriani, “Sistem Pendinginan Permukaan Panel Surya Dalam Optimalisasi Kerja Panel Surya Dengan,” 2023.
- [2] I. Bagus, G. Widiantara, and N. Sugiarta, “Pengaruh Penggunaan Pendingin Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup,” vol. 9, no. 3, 2019.
- [3] S. A. Wicaksono, A. Daud, and S. P. Mursid, “Rancangan automatic solar cleaning system,” vol. 12, no. April, pp. 48–54, 2023.
- [4] O. A. Sari, T. Pangaribowo, M. Hafiz, and I. Hajar, “Sistem Kendali Pembersih Panel Surya Menggunakan Rolling Brush Dan Wiper Dengan Metode Terjadwal,” vol. 6, no. 2, 2022.
- [5] B. H. Purwoto, I. F. Huda, F. Teknik, U. M. Surakarta, and P. Surya, “EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER,” pp. 10–14, 2000.
- [6] K. H. Khwee, “Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus : Pontianak),” vol. 5, no. 2, pp. 23–26, 2013.
- [7] I. Pujotomo and R. A. Diantari, “Characteristics Surface Temperature of Solar Cell Polycrystalline Type to Output Power,” vol. 8, pp. 8–11, 2018.
- [8] P. Kerja and S. E. L. Surya, “BAB II,” pp. 6–21, 2008.
- [9] Y. Andrea, T. Pogrebnaya, and B. Kichonge, “Effect of Industrial Dust Deposition on Photovoltaic Module Performance : Experimental Measurements in the Tropical Region,” vol. 2019, 2019.
- [10] M. Malik, A. Falah, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, “Perkembangan Riset Dan Produk Komersial Sistem Pembersih Panel Surya,” vol. 8, no. 4, pp. 29–39, 2021.
- [11] M. G. Hudedmani, G. Joshi, R. M. Umayal, and A. Revankar, “A Comparative Study of Dust Cleaning Methods for the Solar PV Panels A Comparative Study of Dust Cleaning Methods for the Solar PV Panels,” no. February, 2018, doi: 10.21467/ajgr.1.1.24-29.
- [12] N. Fartino and M. Syukri, “Kajian Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Otomatis,” vol. 5, no. 1, pp. 11–18, 2020.

- [13] R. Dewi and L. Arianto, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi,” vol. 7, 2015.
- [14] I. M. P. W. Benny, I. Bgs, A. Swamardika, and I. W. A. Wijaya, “Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino,” vol. 2, no. 2, pp. 115–120, 2015.
- [15] Syahrul, “Motor Stepper: Teknologi, Metoda, dan Rangkaian Kontrol,” vol. 6, no. 2, pp. 187–202.