

SKRIPSI
RANCANG BANGUN SISTEM PEMBERSIH PANEL SURYA
BERBASIS SMART PLUG



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
22 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
M.GILANG RAMADHAN
132022015

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026

SKRIPSI
RANCANG BANGUN SISTEM PEMBERSIH PANEL
SURYA BERBASIS SMART PLUG



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
22 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
M.GILANG RAMADHAN

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN. 0214117504

Penguji 1

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN. 0205118504

Pembimbing 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T
NIDN: 0228098702

Penguji 2

Fadilah, S.T., M.T
NIDN. 0215089003

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Ir. A. Junaldi, M.T
NIDN. 0202026502

Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 22 Agustus 2026

nyataan



M. Gilang Ramadhan

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

“Dan manusia akan memperoleh apa yang telah diusahakannya.”

(QS. An-najm: 39)

“Aku mempertaruhkan hidup ibuku untuk lahir kedunia jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya dan aku membuat ayahku bekerja setiap hari hingga lelah jadi aku pastikan lelahnya tidak sia-sia”

(Penulis)

“Untukmu ibu kuberikan sedikit senyum di wajahmu
walau tidak semahal dan semewah itu
kuharap tumbuhku kini semoga
sesuai yang kau ingin.”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat, nikmat, kesehatan, kekuatan, serta kemudahan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

- ❖ Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, petunjuk, kekuatan, kesabaran, dan kemudahan kepada penulis dalam melewati setiap proses hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
- ❖ Kepada kedua orang tuaku Bapak Rustam Efendi dan Ibu Meli Diana, Bapak dan Ibu mungkin tidak memiliki gelar sarjana yang tertulis di belakang nama, tetapi gelar yang saya raih hari ini adalah gelar yang sesungguhnya juga milik Ibu dan Ayah. Karena di balik gelar ini ada doa yang tidak pernah putus, keringat yang tidak pernah saya lihat, pengorbanan yang tidak pernah Ibu dan Ayah ceritakan, serta perjuangan yang membuat saya mampu sampai di titik ini. Gelar ini saya persembahkan untuk Bapak dan Ibu, karena tanpa kalian, saya tidak akan pernah sampai di sini.
- ❖ Rika noverianty, S.T., M.T., selaku Pembimbing I dan Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T., selaku Pembimbing II, Terima kasih atas waktu,

kesabaran, arahan, masukan, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih karena telah membimbing saya dengan penuh perhatian dan membantu saya memperbaiki setiap kekurangan dalam penelitian ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **RANCANG BANGUN SISTEM PEMBERSIH PANEL SURYA BERBASIS SMART PLUG** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Rika Novrianty, S.T., M.T, selaku Pembimbing I
- Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya

bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 22 Agustus 2026

Penulis,

M.GILANG RAMADHAN

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memanfaatkan energi matahari untuk diubah menjadi energi listrik melalui panel surya. Dalam penggunaannya, kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama kebersihan permukaan panel, dimana penumpukan debu dan kotoran dapat menghambat penyerapan cahaya matahari sehingga menurunkan efisiensi dan daya yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pembersih panel surya otomatis berbasis smart plug dengan metode penyemprotan air yang bekerja secara terjadwal tanpa memerlukan intervensi manual. Komponen utama yang digunakan meliputi smart plug sebagai pengendali, relay sebagai saklar otomatis, serta pompa air sebagai media pembersih. Metode penelitian dilakukan melalui tahapan perancangan alat, pembuatan sistem, serta pengujian kinerja panel sebelum dan sesudah dilakukan pembersihan pada sistem PLTS yang terdiri dari panel surya, inverter, baterai, dan komponen pendukung lainnya. Data yang dianalisis meliputi tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem pembersih otomatis mampu menjaga kebersihan panel secara konsisten sehingga kinerja panel surya menjadi lebih optimal. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat menjadi solusi dalam meningkatkan efisiensi serta mempermudah proses pemeliharaan pada sistem PLTS, khususnya pada skala rumah tangga.

Kata kunci : PLTS, panel surya, sistem otomatis, smart plug, pompa air

ABSTRAK

Solar Power Plants (PLTS) are one of the renewable energy sources that utilize solar energy to be converted into electrical energy through solar panels. In operation, the performance of solar panels is strongly influenced by environmental conditions, particularly the cleanliness of the panel surface, as the accumulation of dust and dirt can obstruct sunlight absorption, thereby reducing the efficiency and power output. This study aims to design and develop an automatic solar panel cleaning system based on a smart plug using a scheduled water-spraying method without requiring manual intervention. The main components used include a smart plug as the controller, a relay as an automatic switch, and a water pump as the cleaning medium. The research method consisted of equipment design, system development, and performance testing of the solar panels before and after cleaning in a PLTS system consisting of solar panels, an inverter, a battery, and other supporting components. The analyzed data included the voltage, current, and electrical power generated by the solar panels. The results showed that the use of the automatic cleaning system was able to maintain panel cleanliness consistently, thereby supporting more optimal solar panel performance. Therefore, the designed system can serve as a solution for improving efficiency and facilitating maintenance of PLTS systems, particularly at the household scale.

Keywords: PLTS, solar panel, automatic system, smart plug, water pump

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.1.1. Komponen Utama PLTS	8
2.1.2. Prinsip Kerja PLTS	13
2.1.3. Panel Surya	15
2.2. Sistem Pembersih Panel Surya Otomatis	17
2.3. Sistem Pengendali Berbasis Smart Plug IoT.....	19
2.3.1. Sistem Pengendali	21
2.3.2. Smart Plug Berbasis Internet of Things (IoT).....	22
2.4. Pompa Air Pada Sistem Pembersih Otomatis	24
2.5. Efisiensi Panel Surya.....	25
2.5.1. Perhitungan Nilai Rata-rata.....	26
2.6. Peran Sistem Otomatis Dalam Rumah Tangga.....	27
2.7. Alur Kerja Sistem Pembersih Otomatis	29
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	32
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2. Diagram Penelitian.....	33
3.3. Alat dan Bahan.....	35
3.3.1. Alat.....	35
3.3.2. Bahan	36
3.4. Perancangan Sistem	38
3.4.1. Perancangan Sistem Kelistrikan.....	39
3.4.2. Perancangan Sistem Penyaluran Air	39
3.4.3. Perakitan Sistem.....	39
3.4.4. Pengaturan Sistem Pembersihan	40
3.4.5. Penyetingan Jadwal melalui Aplikasi Rabbit Smart Plug.....	41
BAB 4 PEMBAHASAN	43
4.1. Data	43
4.1.1. Data Hasil Pengujian Sistem Pembersih Otomatis	43

4.1.2. Data Konsumsi Daya Pompa	44
4.1.3. Data Hasil Pengujian Panel Surya Dengan Pembersihan Setiap Dua Hari Sekali	45
4.1.4. Data Hasil Pengujian Dengan Pembersihan Satu Kali Setiap Hari.....	46
4.1.5. Data Hasil Pengujian Dengan Tanpa Pembersih	47
4.2. Perhitungan	48
4.2.1. Perhitungan Daya Panel Surya.....	49
4.2.2. Perhitungan Nilai Rata-Rata	50
4.3. Pembahasan Dan Analisa.....	51
4.3.1. Analisis Kinerja Sistem Pembersih Otomatis	52
4.3.2. Analisis Hasil Pengujian Panel Surya	52
4.3.3. Analisis Pengaruh Sistem Pembersih Otomatis Terhadap Kinerja Panel Surya.....	54
4.3.4. Ringkasan Hasil Penelitian	54
BAB 5 KESIMPULAN	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya	9
Gambar 2.2 Inverter	9
Gambar 2.3 Batrai	10
Gambar 2.4 Mcb Dc	10
Gambar 2.5 Mcb Ac	11
Gambar 2.6 Surge Protection Device	11
Gambar 2.7 Kabel DC	12
Gambar 2.8 Kabel Ac(NYM)	12
Gambar 2.9 Konektor MC4	12
Gambar 2.10 Box MCB (Panel Box)	13
Gambar 2.11 Dampak Suhu Terhadap Panel	18
Gambar 2.12 Rabbit Smart Plug Energy	23
Gambar 2.13 Diagram Alir	33
Gambar 3.1 Diagram Penelitian	34
Gambar 3.2 Sistem pembangkit listrik tenaga surya.....	39
Gambar 3.3 Rancang bangun pembersih	40
Gambar 3.4 Aplikasi Rabbit Smart	41
Gambar 3.5 Tampilan awal Aplikasi Rabbit Smart	42
Gambar 3.6 Tampilan timer Aplikasi Rabbit Smart	42
Gambar 4.1 Grafik Rata-rata Daya.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komponen PLTS.....	39
Tabel 4.1 Hasil pengujian fungsi sistem.....	42
Tabel 4.2 Data hasil pengukuran konsumsi daya pompa	42
Tabel 4.3 Data Pengujian hidup 1 kali per 2 hari.....	44
Tabel 4.4 Data Pengujian 1 kali perhari.....	45
Tabel 4.5 Data Pengujian Tanpa Pembersih	46
Tabel 4.6 Rekapitulasi nilai rata-rata	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan energi listrik mendorong pemanfaatan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu sumber energi terbarukan yang saat ini banyak dimanfaatkan adalah energi surya. Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan menggunakan panel surya atau photovoltaic. Pemanfaatan PLTS dinilai memiliki potensi yang cukup besar, terutama di negara beriklim tropis seperti Indonesia yang mendapatkan paparan sinar matahari hampir sepanjang tahun, sehingga menjadi salah satu solusi dalam penyediaan energi listrik yang bersih dan berkelanjutan (Siregar et al., 2022).

Panel surya sebagai komponen utama dalam sistem PLTS memiliki peran penting dalam proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. Namun dalam praktiknya, kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti debu, kotoran, daun, dan partikel lain yang menempel pada permukaan panel. Penumpukan kotoran tersebut dapat menghambat penyerapan sinar matahari sehingga proses konversi energi menjadi tidak optimal. Dampaknya, nilai tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat mengalami penurunan (Fauzan & Prasetyo, 2023).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa akumulasi debu pada permukaan panel surya dapat menyebabkan penurunan efisiensi secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya intensitas cahaya yang diterima oleh sel surya akibat tertutupnya permukaan panel. Dengan demikian, kondisi kebersihan panel menjadi faktor penting yang harus diperhatikan untuk menjaga performa sistem PLTS agar tetap optimal

(Rahman et al., 2022).

Pada umumnya, proses pembersihan panel surya masih dilakukan secara manual menggunakan alat sederhana seperti kain, sikat, atau air. Meskipun metode ini cukup efektif, namun memiliki beberapa keterbatasan, terutama jika jumlah panel banyak atau lokasi pemasangan sulit dijangkau. Selain itu, pembersihan manual membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar serta tidak selalu dilakukan secara rutin, sehingga kotoran dapat menumpuk dan menurunkan kinerja panel dalam jangka waktu tertentu (Prasetyo et al., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi otomasi, berbagai penelitian mulai mengembangkan sistem pembersih panel surya secara otomatis. Sistem ini umumnya menggunakan motor penggerak atau mekanisme tertentu seperti wiper, sikat, maupun semprotan air yang dikendalikan secara otomatis. Tujuan dari sistem ini adalah untuk mempermudah proses pemeliharaan panel serta meningkatkan efisiensi kerja dibandingkan metode manual (Halim et al., 2024).

Selain itu, penggunaan mikrokontroler sebagai sistem pengendali juga semakin banyak diterapkan dalam pengembangan alat otomatis. Mikrokontroler memungkinkan sistem bekerja secara terjadwal maupun berdasarkan kondisi tertentu sehingga proses pembersihan dapat dilakukan secara lebih optimal dan efisien (Siregar et al., 2022).

Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada penggunaan sistem pembersih berbasis mekanik seperti wiper atau sikat. Pengembangan sistem pembersih berbasis aliran air yang lebih sederhana, efisien, dan mudah diterapkan pada skala rumah tangga masih belum banyak dikaji secara mendalam, khususnya dalam menganalisis pengaruhnya terhadap peningkatan kinerja PLTS.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan merancang dan membangun alat pembersih otomatis panel surya berbasis mikrokontroler dengan metode pembersihan menggunakan aliran air. Sistem ini diharapkan mampu menjaga kebersihan permukaan panel secara otomatis sehingga penyerapan energi matahari dapat berlangsung lebih optimal. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan sistem pembersih otomatis terhadap kinerja panel surya pada sistem PLTS rumah tangga.

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka yang akan menjadi tujuan penulis dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem pembersih otomatis panel surya berbasis Smart Plug pada PLTS rumah tangga.
2. Menganalisis kinerja sistem pembersih otomatis dalam membersihkan permukaan panel surya.
3. Mengkaji pengaruh penggunaan sistem pembersih otomatis terhadap kinerja panel surya pada sistem PLTS.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian yang disampaikan, maka yang akan menjadi batasan masalah dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada sistem pembersih panel surya otomatis berbasis aliran air.
2. Sistem yang dirancang tidak menggunakan mekanisme mekanik seperti wiper atau sikat.
3. Pengujian dilakukan pada sistem PLTS 24 volt 480 wp rumah tangga yang berada di lokasi penelitian.
4. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan panel surya.
5. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kondisi panel sebelum dan

sesudah pembersihan.

6. Faktor lain seperti intensitas cahaya matahari dan suhu lingkungan tidak dianalisis secara mendalam.

1.4. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun secara sistematis ke dalam beberapa bab sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan alasan dilakukannya penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi landasan teori yang berkaitan dengan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), panel surya, faktor yang mempengaruhi kinerja panel, serta sistem pembersih panel surya otomatis. Selain itu, bab ini juga memuat hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar dalam penelitian.

Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, perancangan sistem pembersih panel surya otomatis, metode pengujian, serta teknik analisis data.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil perancangan dan pengujian sistem yang telah dibuat, serta analisis terhadap kinerja panel surya sebelum dan sesudah menggunakan sistem pembersih otomatis.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzan, M., & Prasetyo, B. (2023). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), 23–30.
- Halim, R., Santoso, B., & Firmansyah, D. (2024). Rancang Bangun Sistem Pembersih Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Sistem Otomasi*, 9(1), 15–22.
- Mani, M., & Pillai, R. (2010). Impact Of Dust On Solar Photovoltaic (PV) Performance: Research Status, Challenges And Recommendations. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3124–3131.
- Prasetyo, E., Kurniawan, A., & Putra, Y. (2023). Sistem Proteksi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Listrik*, 11(2), 89–96.
- Pratama, D., Saputri, N., & Lestari, A. (2022). Implementasi Sistem Otomatis Dalam Pengelolaan Energi Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Cerdas*, 7(2), 55–62.
- Rahman, A., Hidayat, T., & Wijaya, S. (2022). Analisis Pengaruh Debu Terhadap Efisiensi Panel Surya. *Jurnal Teknologi Energi*, 8(3), 67–74.
- Siregar, A., Nugroho, D., & Saputra, R. (2022). Analisis Kinerja Panel Surya Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Jurnal Energi Terbarukan*, 10(2), 45–52.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2020). *Solar Engineering Of Thermal Processes* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE. (2024). *Photovoltaics Report*. Freiburg, Germany.
- Hasan, M. A., Al-Nimr, M. A., & Al-Shannag, M. (2023). Experimental Investigation Of Photovoltaic Panel Cooling Using A Water Spray System. *Case Studies In Thermal Engineering*, 46, 103012.
- International Energy Agency. (2023). *Snapshot Of Global PV Markets 2023*. IEA PVPS Programme.
- Jordan, D. C., Kurtz, S. R., VanSant, K., & Newmiller, J. (2022). Compendium Of Photovoltaic Degradation Rates. *Progress In Photovoltaics: Research And Applications*, 30(2), 125–139.

- Mani, M., & Pillai, R. (2010). Impact Of Dust On Solar Photovoltaic (PV) Performance: Research Status, Challenges And Recommendations. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3124–3131.
- Mekhilef, S., Saidur, R., & Safari, A. (2022). A Review On Solar Energy Use In Industries. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1777–1790.
- Messenger, R. A., & Ventre, J. (2021). *Photovoltaic Systems Engineering* (4th ed.). CRC Press.
- Ngo, X. C., Do, N. Y., & Dang, Q. V. (2022). Modeling And Experimental Studies On Water Spray Cooler For Commercial Photovoltaic Modules. *International Journal Of Renewable Energy Development*, 11(4), 926–935.
- Rabit Technology. (2024). *Rabit Smart Plug Energy Meter User Manual*. Rabit Technology.
- Apriani, Y., Gumilang, F., Rahmawati, A. A., Yansuri, D. S., Fadilah, Noverianty, R., Putra, D. E., Lestari, A. I., Rozzi, Y. A., Purnomo, B., Sofiah, & Pratiwi, N. (2026). *Energi Panel Surya (PLTS)*. Ocean Press Indonesia.
- Solar Energy International. (2007). *Photovoltaics: Design And Installation Manual: Renewable Energy Education for A Sustainable Future*. New Society Publishers.
- Boxwell, M. (2014). *Solar Electricity Handbook: A Simple Practical Guide To Solar Energy: Designing And Installing Photovoltaic Solar Electric Systems* (8th ed.). Greenstream Publishing.
- Hilley, C., Zheng, D., Rheem, H., Dickson, C., & Wolfe, A. (2025). *Statistical Applications In Psychological Sciences With Multimedia*. Kennesaw State University.