

**Evaluasi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Sumber  
Energi Sistem Pompa Elektrik dalam Budidaya Ikan Koi di Kota Bogor**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Muhammad Hafidz Ramdhani

E.505.2100083

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2025

**Evaluasi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Sumber  
Energi Sistem Pompa Elektrik dalam Budidaya Ikan Koi di Kota Bogor**

Oleh:

Muhammad Hafidz Ramdhani

Sebuah skripsi yang diajukan dalam memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik  
dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia

©Muhammad Hafidz Ramdhani 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, baik dengan cara  
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MUHAMMAD HAFIDZ RAMDHANI**

**E.505.2100083**

**EVALUASI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)  
SEBAGAI SUMBER ENERGI SISTEM POMPA ELEKTRIK DALAM  
BUDIDAYA IKAN KOI DI KOTA BOGOR**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

**Dosen Pembimbing**

11/8/2025

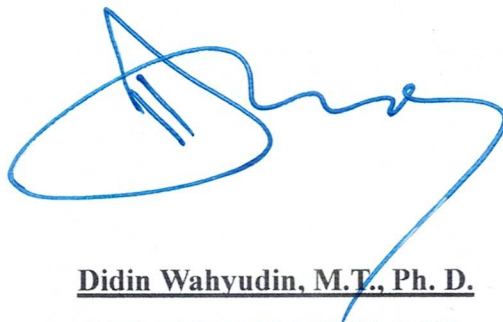


**Dr. Aip Saripudin, M.T.**

**NIP. 19700416 200501 1 016**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Elektro**



**Didin Wahyudin, M.T., Ph. D.**

**NIP. 19760827 200912 1 001**

## ABSTRAK

Evaluasi potensi PLTS merupakan tahap krusial sebelum implementasi sistem di suatu wilayah. Penelitian ini mengevaluasi potensi PLTS sebagai sumber energi sistem pompa elektrik dalam budidaya ikan koi di Kota Bogor, dengan mempertimbangkan pengaruh variabel lingkungan lokal terhadap kinerja sistem. Kajian dilakukan untuk menentukan lokasi dan orientasi panel surya paling optimal, serta menghitung persentase kebutuhan energi yang dapat disuplai. Lokasi optimal pemasangan panel surya serta persentase kebutuhan daya listrik yang dapat dipenuhi oleh sistem turut dievaluasi. Penilaian performa mengacu pada standar IEC 61724, dengan pendekatan analisis menggunakan pemodelan MATLAB dan simulasi perangkat lunak PVsyst. Hasil menunjukkan bahwa parameter lingkungan di Kota Bogor berada dalam rentang yang mendukung kelayakan teknis operasi PLTS. Arah panel surya paling optimal ditemukan menghadap ke barat laut. Sistem mampu menyuplai hingga 90,95% kebutuhan energi listrik tahunan dengan performa sistem secara keseluruhan mencapai 71,68%, memenuhi ambang batas minimum yang turut ditetapkan dalam penelitian terdahulu mengikuti standar perhitungan IEC 61724. Dengan demikian, sistem PLTS dinilai layak diimplementasikan sebagai sumber energi terbarukan untuk mendukung operasional pompa elektrik dalam budidaya ikan koi di Kota Bogor.

**Kata kunci:** Evaluasi potensi PLTS, faktor lingkungan, lokasi optimal panel surya, performa sistem, pemenuhan kebutuhan energi listrik.

## ABSTRACT

*Evaluating the potential of solar power systems is a crucial step before implementing the system in a particular area. This study evaluates the potential of solar power systems as an energy source for electric pump systems in koi fish farming in Bogor City, with particular attention to the influence of local environmental variables on system performance. The study was conducted to determine the most optimal location and orientation of solar panels, as well as to calculate the percentage of energy needs that can be supplied. The optimal location for installing solar panels and the percentage of electricity demand that can be met by the system were also evaluated. Performance assessment was based on IEC 61724 standards, using an analytical approach involving MATLAB modeling and PVsyst software simulation. The results indicate that environmental parameters in Bogor City are within the range supporting the technical feasibility of solar power plant operations. The most optimal orientation for solar panels was found to be facing northwest. The system can supply up to 90,95% of annual electricity demand, with overall system performance reaching 71,68%, meeting the minimum threshold set in previous studies following IEC 61724 standards. Therefore, the solar power plant system is deemed feasible for implementation as a renewable energy source to support the operation of electric pumps in koi fish farming in the city of Bogor.*

**Keywords:** *Solar power plant potential evaluation, environmental factors, optimal solar panel orientation, system performance, electricity demand fulfillment.*

## DAFTAR ISI

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                         | i   |
| PERNYATAAN.....                                                 | ii  |
| KATA PENGANTAR.....                                             | iii |
| ABSTRAK .....                                                   | v   |
| ABSTRACT .....                                                  | vi  |
| DAFTAR ISI .....                                                | vii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                             | x   |
| DAFTAR TABEL .....                                              | xi  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                         | 1   |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian.....                              | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....                            | 2   |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                     | 3   |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                       | 3   |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                     | 3   |
| 1.6 Struktur Organisasi Skripsi.....                            | 4   |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....                                     | 5   |
| 2.1 Teori Dasar Energi Surya dan PLTS.....                      | 5   |
| 2.2 Faktor-Faktor Lingkungan yang Memengaruhi Kinerja PLTS..... | 5   |
| 2.2.1 Radiasi matahari.....                                     | 6   |
| 2.2.2 Curah hujan .....                                         | 8   |
| 2.2.3 Lama penyinaran efektif.....                              | 8   |
| 2.2.4 <i>Temperature</i> udara dan kecepatan angin.....         | 9   |
| 2.2.5 <i>Shading</i> .....                                      | 10  |
| 2.2.6 Kualitas udara.....                                       | 11  |
| 2.3 Kebutuhan Resirkulasi Kolam Budidaya .....                  | 12  |
| 2.3.1 Volume kolam budidaya.....                                | 12  |
| 2.3.2 Kebutuhan volume resirkulasi air.....                     | 13  |
| 2.4 Analisis Kebutuhan Energi Listrik Sistem Pompa .....        | 13  |
| 2.4.1 Kebutuhan energi harian .....                             | 13  |
| 2.4.2 Perhitungan kapasitas dan jumlah baterai .....            | 14  |
| 2.5 Evaluasi Potensi Panel Surya dan Kontroler PV .....         | 15  |
| 2.5.1 Efisiensi panel surya monokristalin .....                 | 16  |

|                                         |                                                                               |           |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.2                                   | Efisiensi kontroler MPPT.....                                                 | 17        |
| 2.6                                     | Pengaruh <i>Temperature</i> terhadap Daya Panel Surya.....                    | 17        |
| 2.6.1                                   | Penurunan daya akibat peningkatan <i>temperature</i> .....                    | 18        |
| 2.6.2                                   | Estimasi <i>temperature</i> permukaan panel surya .....                       | 18        |
| 2.7                                     | Perhitungan Daya dan Jumlah Modul PLTS Berdasarkan Iradiasi 19                |           |
| 2.7.1                                   | Kebutuhan energi harian .....                                                 | 19        |
| 2.7.2                                   | Energi output panel berdasarkan iradiasi.....                                 | 19        |
| 2.7.3                                   | Perhitungan kebutuhan jumlah panel .....                                      | 20        |
| 2.8                                     | Standar Perhitungan <i>Performance Ratio</i> dan <i>Supply Fraction</i> ..... | 20        |
| 2.8.1                                   | Perhitungan PR.....                                                           | 21        |
| 2.8.2                                   | Perhitungan SF .....                                                          | 21        |
| 2.9                                     | Pemodelan dan Simulasi Kinerja PLTS Menggunakan PVsyst .....                  | 21        |
| 2.10                                    | Pengolahan Data Menggunakan MATLAB .....                                      | 22        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>  |                                                                               | <b>23</b> |
| 3.1                                     | Alur Penelitian .....                                                         | 23        |
| 3.2                                     | Evaluasi Potensi PLTS Menggunakan PVsyst .....                                | 25        |
| 3.3                                     | Evaluasi Potensi PLTS Menggunakan MATLAB.....                                 | 27        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                                                               | <b>29</b> |
| 4.1                                     | Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Potensi PLTS.....                         | 29        |
| 4.1.1                                   | Pengaruh curah hujan terhadap radiasi .....                                   | 29        |
| 4.1.2                                   | Pengaruh lama penyinaran terhadap radiasi matahari.....                       | 31        |
| 4.1.3                                   | Pengaruh <i>temperature</i> udara terhadap potensi PLTS .....                 | 32        |
| 4.1.4                                   | Pengaruh kecepatan angin terhadap radiasi matahari.....                       | 34        |
| 4.1.5                                   | Pengaruh <i>shading</i> terhadap potensi PLTS .....                           | 35        |
| 4.1.6                                   | Pengaruh kualitas udara terhadap potensi PLTS.....                            | 36        |
| 4.2                                     | Potensi Lokasi Optimal Panel Surya .....                                      | 38        |
| 4.2.1                                   | Potensi panel surya menghadap barat laut .....                                | 38        |
| 4.2.2                                   | Potensi panel surya menghadap timur laut.....                                 | 39        |
| 4.2.3                                   | Potensi panel surya menghadap tenggara .....                                  | 40        |
| 4.2.4                                   | Potensi panel surya menghadap barat daya.....                                 | 40        |
| 4.2.5                                   | Pertimbangan pemilihan lokasi.....                                            | 41        |
| 4.3                                     | Perhitungan Okupansi Energi dan Evaluasi PR.....                              | 42        |
| 4.3.1                                   | Kebutuhan resirkulasi kolam budidaya .....                                    | 42        |
| 4.3.2                                   | Spesifikasi sistem peninjauan potensi PLTS .....                              | 42        |

|                        |                                                            |           |
|------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.3                  | Potensi pemanfaatan energi terhadap kebutuhan sistem ..... | 43        |
| 4.3.4                  | Potensi Energi Bulanan .....                               | 46        |
| <b>BAB V</b>           | <b>SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....</b>          | <b>49</b> |
| 5.1                    | Simpulan .....                                             | 49        |
| 5.2                    | Implikasi .....                                            | 50        |
| 5.3                    | Rekomendasi .....                                          | 50        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  | <b>.....</b>                                               | <b>51</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> | <b>.....</b>                                               | <b>55</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Profil radiasi tahun 2023 Kota Bogor .....                  | 7  |
| Gambar 2.2 Profil curah hujan dan intensitas radiasi .....             | 8  |
| Gambar 2.3 Profil lama penyinaran dan intensitas radiasi.....          | 9  |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....                                | 23 |
| Gambar 3.2 Diagram alir penggunaan PVsyst.....                         | 25 |
| Gambar 3.3 Tampilan awal PVsyst.....                                   | 26 |
| Gambar 3.4 Diagram alir penggunaan MATLAB.....                         | 27 |
| Gambar 3.5 Tampilan awal MATLAB.....                                   | 28 |
| Gambar 4.1 Profil radiasi dan curah hujan tahun 2023.....              | 29 |
| Gambar 4.2 Profil radiasi dan curah hujan tahun 2024.....              | 30 |
| Gambar 4.3 Profil radiasi dan lama pentinaran efektif tahun 2023 ..... | 31 |
| Gambar 4.4 Profil radiasi dan lama pentinaran efektif tahun 2024 ..... | 31 |
| Gambar 4.5 Profil radiasi dan temperature udara tahun 2023 .....       | 32 |
| Gambar 4.6 Profil radiasi dan temperature udara tahun 2024 .....       | 33 |
| Gambar 4.7 Pengaruh temperature udara terhadap PR dan SF .....         | 33 |
| Gambar 4.8 Profil radiasi dan kecepatan angin tahun 2023.....          | 34 |
| Gambar 4.9 Profil radiasi dan kecepatan angin tahun 2024.....          | 35 |
| Gambar 4.10 Dampak shading terhadap penurunan PR dan SF .....          | 36 |
| Gambar 4.11 Titik penempatan panel surya menghadap barat laut .....    | 39 |
| Gambar 4.12 Titik penempatan panel surya menghadap timur laut.....     | 39 |
| Gambar 4.13 Titik penempatan panel surya menghadap tenggara .....      | 40 |
| Gambar 4.14 Titik penempatan panel surya menghadap barat daya.....     | 41 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Data rata-rata kecepatan angin terhadap efisiensi panel panel surya .... | 10 |
| Tabel 2.2 Perbandingan daya keluaran rangkaian PV ketika terjadi shading .....     | 10 |
| Tabel 2.3 ISPU berdasarkan Peraturan Menteri LHK.....                              | 11 |
| Tabel 2.4 Datasheet panel surya monokristalin LONGI LR6-60HPH 310M .....           | 16 |
| Tabel 2.5 Datasheet panel surya polikristalin Emmvee 310Wp .....                   | 16 |
| Tabel 2.6 Datasheet kontroler MPPT PowMr HHJ60-PRO.....                            | 17 |
| Tabel 4.1 Kadar polutan udara Kota Bogor tahun 2023.....                           | 36 |
| Tabel 4.2 Kadar polutan udara Kota Bogor tahun 2024.....                           | 37 |
| Tabel 4.3 Potensi lokasi penempatan panel surya .....                              | 41 |
| Tabel 4.4 Volume kolam dan resirkulasi air .....                                   | 42 |
| Tabel 4.5 Spesifikasi sistem .....                                                 | 43 |
| Tabel 4.6 Evaluasi potensi pemanfaatan energi tahun 2023 .....                     | 44 |
| Tabel 4.7 Evaluasi potensi pemanfaatan energi tahun 2024 .....                     | 45 |
| Tabel 4.8 Aliran potensi pemanfaatan energi 2023 .....                             | 46 |
| Tabel 4.9 Aliran potensi pemanfaatan energi 2024 .....                             | 47 |

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvandy, R. F., Soetedjo, A., & Sulistiawati, I. B. (2024). Perbandingan MPPT Dengan PWM Pada Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Fortech*, 5(2), 80–88.
- Apriano, M. D. R., Karnoto, & Sinuraya, E. W. (2021). Analisis Ekonomi pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(3), 405–412. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i3.405-412>
- Ardianti, S. A., Junaidi, M., & Setyono, B. D. H. (2023). *Penggunaan Berbagai Komposisi Media Filter Pada Budidaya Ikan Koi (Cyprinus carpio) Dengan Sistem Resirkulasi*. *Jurnal Ruaya*. 11(2), 1–10.
- Arizal, Z., Dewi, A. Y., Effendi, A., Putra, A. M. N., & Andari, R. (2024). Analisis Kinerja & Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid 735 kWp: Studi Kasus di Kantor Pusat PT.Pertamina Hulu Rokan. *Central Publisher*, 1(Vol. 1 No. 8 (2023): Jurnal Central), 920–935. <https://centralpublisher.co.id/jurnalcentralpublisher/index.php/Publish/article/view/186>
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 5(2), 68–73. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.7134>
- Damayanti, F., Sasana, H., & Destiningsih, R. (2020a). Analisis Faktor-Faktor Pendorong Total Konsumsi Energi Akhir Di Indonesia. *Dinamic: Directory Journal Of Economic*, 2(2), 501–514.
- Dewi, R. P., Karyani, U., & Darpono, R. (2022). Aplikasi Nodemcu Esp8266 Dan Sensor Suhu Untuk Monitoring Suhu Permukaan Panel Surya Melalui Smartphone. *Jurnal Ilmiah Flash*, 8(2), 53–58. <https://doi.org/10.32511/flash.v8i2.954>
- Diansyah, I. F. N., Handoko, S., & Windarta, J. (2021). Implementasi Dan Evaluasi Performa Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) on Grid Studi Kasus Smp N 3 Purwodadi. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(4), 701–708. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i4.701-708>
- Emmvee. (n.d.). 310 Wp Monocrystalline PV Module Datasheet.
- DLHKkebumen. (1963). Budidaya Ikan Sistem Resirkulasi. *Business Education*.
- Fikri, H. S., Nugroho, D., & Jati, B. P. (2024). Optimasi Kinerja Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline dengan Pengendali MPPT pada Berbagai Tingkat Iradiasi dan Temperatur: Studi Simulasi dengan Matlab. *Avitec : Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*, 6(1), 19–29. <https://doi.org/10.28989/avitec.v6i1.2024>
- Ghifari, R. M., Arsyad, M., & Susanto, A. (2024). Pengaruh Parameter Cuaca Terhadap Intensitas Radiasi Matahari dan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kawasan Karst Maros TN Babul. *Wahana Fisika*, 9(2), 83–97.
- Hadianto, Alim, N., Lateko, A. H., & Adriani. (2023). Analisis Pengaruh Suhu Kerja pada Panel Surya terhadap Daya Keluaran dari Panel. *Vertex Elektro*,

15(1), 32–39.

- Harahap, P., Prastio, E., & Oktrialdi, B. (2024). Pengaruh Shading ( Bayangan ) Pada Panel Surya Monocrystalline Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Secara Seri Dan Paralel. *Jurnal S. Nasional Teknik Elektro*, 1, 74–80.
- Himran, S. (2021). Energi surya: Konversi termal & fotovoltaiik. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Hutajulu, O. Y., Siregar, B. M., & Mendoza, M. . (2021). Studi Kelayakan Potensi Penyinaran Matahari 34 Provinsi di Indonesia untuk Pembangkit Listrik Tenaga Matahari Skala Rumah Tangga. *Jurnal Insinyur Profesional*, 1(1). <https://www.academia.edu/download/105462558/20317.pdf>
- International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme. (2004). *Country reports on PV system performance*. IEA PVPS.
- International Electrotechnical Commission. (1998). IEC 61724: *Photovoltaic system performance monitoring – Guidelines for measurement, data exchange and analysis*. IEC.
- Juanda, S. J., Sianturi, I. T., & Panuntun, M. F. (2022). Pemeliharaan Calon Induk Koi (Cyprinus carpio, L) dengan Media Filter pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (Jvip)*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.35726/jvip.v3i1.714>
- Jumaidi, A., Yulianto, H., & Efendi, E. (2016a). Pengaruh Debit Air terhadap Perbaikan Kualitas Air pada Sistem Resirkulasi dan Hubungannya dengan Sintasan dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurame (Oshpronemus gouramy). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, V(1).
- Kahartoni, & Mawarni, D. I. (2023). Kaji Eksperimental Pengaruh Debit Udara dan Air terhadap Peningkatan Oksigen Terlarut pada Air Kolam Ikan Koi. *Simetris*, 17(2), 33–37. <https://www.sttrcepu.ac.id/jurnal/index.php/simetris/article/view/386>
- Karimah, C. N., Zain, A. T., & Nofiansyah, A. L. (2023). Analisa Baterai Sebagai Sumber Kelistrikan Kendaraan Roda Dua Ditinjau Dari Kapasitas Dan Efisiensi. *J-TETA: Jurnal Teknik Terapan*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.25047/jteta.v2i1.24>
- Karsa, A. H. A. N. (n.d.). Perbandingan performa panel surya monokristalin dan polikristalin di iklim tropis Indonesia. *Jurnal Teknik Indonesia*, 1–11.
- Karuniawan, E. A., Sugiono, F. A. F., Larasat, i P. D., & Pramurti, A. R. (2023). Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Semarang Dengan Perangkat Lunak PVSYST. *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, 4(2), 75–80.
- Lembang, M. S., & Kuing, L. (2022). Efektivitas Pemanfaatan Sistem Resirkulasi Akuakultur (RAS) terhadap Kualitas Air dalam Budidaya Ikan Koi (Cyprinus rubrofuscus). *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 105–112. <https://doi.org/10.24319/jtpk.12.105-112>
- LONGi Solar. (n.d.). LR6-60HPH 310M Datasheet.
- Maharani, M., & Febrina, L. (2022). Pemanfaatan Teknologi Fothovoltaic Surya Pada Kawasan Agro-Wisata-Halal (Studi Kasus: Mulyaharja & Rancamaya, Bogor). *Seminar Nasional Pariwisata Dan Kewirausahaan (SNPK)*, 1(June), 260–267. <https://doi.org/10.36441/snpk.vol1.2022.51>

- Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. (2020). Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara. *Jakarta*, 1–16.
- Muchlishah, M., Nadhiroh, N., Nugroho, D. A., & Imaduddin, A. (2023). Peningkatan efisiensi sistem PLTS melalui optimasi susunan array panel surya. *Jurnal Eltek*, 21(2), 50–57. <https://doi.org/10.33795/eltek.v21i2.3191>
- Muthoharoh, L., Pamungkas, M. P., & Sari, R. P. (2021). Penerapan Program Software Matlab Dalam Memecahkan Permasalahan Rangkaian Listrik: Dinamika Sistem Kapasitor Dan Induktor (Prinsip Nilai Dan Vektor Eigen). *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 10(3), 303–309. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.3.303-309.2021>
- Neli Lestari, N. M., Satya Kumara, I. N., & Dwi Giriantari, I. A. (2021). Review Status Panel Surya Di Indonesia Menuju Realisasi Kapasitas Plts Nasional 6500 Mw. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 27. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p4>
- Pratama, E. A., & Ahmad, R. N. (2024). *Analisis Pengaruh Polutan Debu Terhadap Pembangkitan Daya Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. 3, 1–19. <https://eprints.ums.ac.id/id/eprint/121708>
- PowMr. (n.d.). HHJ60-PRO Solar Charge Controller Datasheet.
- Putri, G. I. P., Rozak, O. A., Nurwahid, H. N., Baskhara, H. A., & Carmanto, A. (2023). Implementation of PLTS in Flood Disaster Mitigation System in Pabuaran Village, Kemang district, Bogor Regency. *CONSEN: Indonesian Journal of Community Services and Engagement*, 3(2), 142–146. <https://doi.org/10.57152/consen.v3i2.1024>
- Ramadhan, A., Ghazali, A. A., & Maryamah, M. (2020). Kualitas Biobriket Ampas Tebu Hasil Pirolisis Sebagai Sumber Energi Alternatif. *ALKIMIA : Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 4(1), 41–45. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v4i1.5201>
- Ramschie, D., Ramschie, A. A. ., Wenas, L., & Katuuk, R. (2023). Implementasi Sistem Proteksi Dan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Elektrik*, 2(1), 16–26.
- Ridho, D. A. R., Rusda, & Putra, M. A. (2023). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Penerimaan Iradiasi Matahari Dan Daya Keluaran Yang Dihasilkan. *PoliGrid*, 4(1), 25–31. <https://doi.org/10.46964/poligrid.v4i1.18>
- Rozak, O. A., Mulyadi, R. T., & Nurfadilah, H. (2023). Analysis The Effect of Solar Radiation on The Efficiency of PV Plant 50 kWp Rooftop UNPAM Viktor. *Journal of Renewable Energy and Mechanics (REM)*, 6(02), 63–76. <https://doi.org/10.25299/rem.2023.vol6.no02.12181>
- Sandrawati, S., Kumara, N. S., & Setiawan, N. (2023). Analisa kebersihan panel surya terhadap keluaran plts on-grid 200 KWP Bandara Udara Sultan Muhammad Salahudin Bima. *Jurnal Spektrum*, 10(4), 253–262.
- Saputra, M. R., & Arizona, R. (2022). Pengaruh Variasi Pendingin Pada Permukaan Bawah Panel Surya Terhadap Daya Output Dan Efisiensi. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 15(2), 112–115. <https://doi.org/10.24843/jem.2022.v15.i02.p07>
- Senaen, J. P., Rampengan, A., & Tumimomor, F. (2023). Analisis Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Pada Panel Surya

- Di Universitas Negeri Manado. *Jurnal Arjuna : Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, 1(6), 220–231. <https://doi.org/10.61132/arjuna.v1i6.327>
- Seran, Y., Nursalim, N., & Kurniati, S. (2022). Analisis Penurunan Kinerja Daya Keluaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) 5 Mwp Oelpuah Kupang Dengan Menggunakan Software Pvsyst. *Jurnal Media Elektro*, XI(2), 87–96. <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.8131>
- Siregar, A. H., & Harahap, P. (2024). Effect of Wind Temperature on Solar Panels and Efficiency. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 13(2), 97–102.
- Sitorus, A. halomoan, Hidayati, N., Nufus, T. H., & Yuliana, A. E. (2023). Simulasi Software PVSyst 7.3 pada Rancangan Sistem PLTS On-Grid 48,4 kWp di Gedung Perpustakaan PNJ Serta Analisa Aspek Tekno-Ekonomi dan Carbon Saving. *Jurnal Mekanik Terapan*, 4(3), 156–166. <https://doi.org/10.32722/jmt.v4i3.5996>
- Susetyo, S. H., Abidin, A. U., Nagaya, T., Kato, N., & Matsui, Y. (2024). Environmental health risk assessment and acute effects of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) inhalation exposure on traditional sulfur miners at Ijen Crater Volcano, Indonesia. *Toxicology Reports*, 13(September), 101772. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2024.101772>
- Talawo, D. C. P., Ilham, J., & Amali, L. M. K. (2022). Pengaruh Polutan pada Permukaan Panel Surya Terhadap Kinerja Panel Surya Kapasitas 10 Wp. *Jambura Industrial Review*, 2(1), 31–38. <https://doi.org/10.37905/jirev.2.1.31-38>
- Tarigan, E. (2022). Simulasi Sistem PLTS Atap dan Harga Satuan Energi Listrik Untuk Skala Rumah Tangga di Surabaya. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(2), 86–93. <https://doi.org/10.17529/jre.v18i2.25535>
- Tindriyani, N. A. (2017). *Implementasi Neural Network pada MATLAB untuk Peramalan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur*.
- Utami, S., & Daud, A. (2020). Pengaruh Temperatur Panel Surya terhadap Efisiensi Panel Surya Sistem Monitoring menggunakan Internet of Things (IoT). *Jurnal Energi*, 10(1), 7–10.
- Vikrin, V. A. D., Karnoto, & Sinuraya, E. W. (2021). Analisis Teknis Tenaga Surya Di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor. *Transient*, 10(3), 405–412.
- Wanimbo, M. M., Gunadhi, A., Sitepu, R., Angka, P. R., Agustine, L., Alim, N., & Joewono, A. (2023). Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid dengan Proteksi Baterai. *Scientific Journal Widya Teknik*, 22(2), 66–76.
- Wibowo, S., Wiwaha, S. S., & Heryanto, I. (2023). Pengembangan Alat Estimasi Pola Peningkatan Kekotoran Panel PV. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(2), 142–147. <https://doi.org/10.33795/elposys.v10i2.4691>
- Yoo, Y. R., Choi, S. H., & Kim, Y. S. (2022). Atmospheric Corrosion Behavior of Carbon Steel by the Outdoor Exposure Test for 10 Years in Korea. *Corrosion Science and Technology*, 21(3), 184–199. <https://doi.org/10.14773/cst.2022.21.3.184>
- Zulhakim. (2025). *Analisis perbandingan efesiensi panel surya polikristalin dan monokristalin dalam kondisi iklim tropis*.