

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH FLUKTUASI SUHU DAN RADIASI MATAHARI
TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA PADA SISTEM PLTS
DI KLINIK LKC DOMPET DHUAFA SUMATERA SELATAN



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
AZIZAH SILFA AZZAHRA
132018167

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH FLUKTUASI SUHU DAN RADIASI MATAHARI
TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA PADA SISTEM PLTS
DI KLINIK LKC DOMPET DHUAFA SUMATERA SELATAN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
10 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
AZIZAH SILFA AZZAHRA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Yosi Apriani, S.T., M.T
NIDN. 0213048201

Penguji 1

Sofrah, S.T., M.T
NIDN. 0209047302

Pembimbing 2

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN. 0212056402

Penguji 2

Erliza Yuniarti, S.T., M.Eng
NIDN. 0230006901

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgt. Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN. 0227077004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

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, 10 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Azizah Silfa Azzahra

MOTTO

“Apa yang ditakdirkan untukmu, akan sampai kepadamu meskipun berada di bawah dua gunung. Dan apa yang tidak ditakdirkan untukmu tidak akan sampai kepadamu meskipun itu di antara kedua bibirmu.”

(Imam Al-Ghazali)

“Boleh jadi kau membenci sesuatu padahal itu amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kau menyukai sesuatu padahal itu amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

(Qs. Al-Baqarah : 216)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS PENGARUH FLUKTUASI SUHU DAN RADIASI MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA PADA SISTEM PLTS DI KLINIK LKC DOMPET DHUFA SUMATERA SELATAN”** yang disusun sebagai 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,

- Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T, selaku Pembimbing I
- Bapak Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada

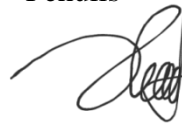
1. Kedua orang tua, ayahanda A. Zainal Junaidi dan Ibunda Solbiah beserta adik-adikku yang telah memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T., IPM Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Sahabat seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini, yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Angkatan Tahun 2018 Universitas Muhammadiyah Palembang.

8. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha pada Program Studi Teknik Elektro 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, 10 Agustus 2022

Penulis



Azizah Silfa Azzahra

ABSTRAK

Klinik LKC Dompot Dhuafa Sumsel sudah memasang PLTS berkapasitas 3000 Watt yang digunakan untuk beberapa program layanan kesehatan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh fluktuasi suhu dan radiasi matahari terhadap daya keluaran panel surya pada sistem PLTS di Klinik LKC Dompot Dhuafa Sumatera Selatan. Metode penelitian ini dimulai dengan studi literatur, pengambilan data, perhitungan dan analisis. Dari hasil pengukuran dan perhitungan data yang dilakukan diketahui bahwa intensitas radiasi matahari tertinggi dicapai saat pengujian hari ke-2 adalah sebesar $1062,7 \text{ W/m}^2$ dan suhu senilai $66,60^\circ\text{C}$ menghasilkan daya sebesar 249,128 Watt. Sedangkan intensitas radiasi matahari terendah dicapai saat pengujian hari ke-4 yaitu $139,1 \text{ W/m}^2$ dan suhu sebesar $24,10^\circ\text{C}$ menghasilkan daya sebesar 50,4708 Watt. Faktor lain yang menyebabkan radiasi matahari dan suhu panel surya meningkat adalah cuaca, dan pergerakan awan. Titik distribusi sebaran temperatur pada permukaan panel surya bagian atas panel surya (T_A) mendapatkan temperatur tertinggi dan bagian bawah panel surya (T_D) mendapatkan temperatur terendah sesuai Postulat temperatur yang diuji dari hasil pengukuran yaitu $T_A > T_B \geq T_C > T_D$.

Kata kunci : *solar energy*, temperatur panel surya, insolasi matahari.

ABSTRACT

LKC Clinic Dompot Dhuafa South Sumatra has installed PLTS with a capacity of 3000 Watt which is used for several health service programs. The purpose of this study was to analyze the effect of temperature fluctuations and solar radiation on the output power of solar panels in the PLTS system at the LKC Clinic Dompot Dhuafa South Sumatra. This research method begins with literature study, data collection, calculation and analysis. From the results of measurements and data calculations on the PLTS system at the LKC Clinic Dompot Dhuafa South Sumatra, the highest solar radiation intensity was the 2nd day of testing, which was 1062.7 W/m^2 and a temperature of $66,60^\circ\text{C}$ produced a power of 249,128 Watts. While the lowest intensity of solar radiation was the 4th day of testing, which was 139.1 W/m^2 and a temperature of $24,10^\circ\text{C}$, producing a power of 50.4708 Watt. Other factors that cause solar radiation and solar panel temperatures to increase are weather, and cloud movement. The temperature distribution point on the surface of the solar panel, the top of the solar panel (T_A) gets the highest temperature and the bottom of the solar panel (T_D) gets the lowest temperature according to the temperature postulate tested from the measurement results, namely $T_A > T_B \geq T_C > T_D$.

Keywords: solar energy, solar panel temperature, solar insolation.

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sel Surya.....	4
2.2. Prinsip Kerja Sel Surya.....	4
2.3. Karakteristik Sel Surya.....	9
2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	11
2.4.1. Panel surya.....	11
2.4.2. <i>Solar charge controller</i>	11
2.4.3. Inverter.....	12
2.4.4. Baterai.....	13
2.4.5. <i>Solar power meter</i>	13
2.4.6. Termometer inframerah (<i>Thermo gun</i>).....	14
2.5. Radiasi Matahari.....	15

2.5.1. Karakteristik radiasi matahari.....	15
2.5.2. Radiasi matahari harian di permukaan bumi	17
2.5.3. Pengaruh Sudut Datang terhadap Radiasi yang diterima.....	17
2.6. Fluktuasi Suhu Panel Surya.....	18
2.7. Metode Beda Hingga.....	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1. Tempat dan Waktu	22
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	22
3.4. Alat dan Bahan	23
3.3. Metode Pengambilan Data	23
3.4.1. Alat.....	23
3.4.2. Bahan	23
3.5. Prosedur Pengujian.....	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Data Hasil Penelitian	26
4.1.1. Data pengukuran radiasi matahari	26
4.1.2. Data pengukuran arus dan tegangan panel surya.....	29
4.1.3. Data perhitungan daya keluaran panel surya	30
4.1.4. Data pengukuran suhu panel surya	33
4.1.5. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari	41
4.2. Analisa Pembahasan.....	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Semikonduktor p dan n	5
Gambar 2.2. Semikonduktor setelah disambung	5
Gambar 2.3. Daerah deplesi	5
Gambar 2.4. Timbulnya medan listrik	6
Gambar 2.5. Proses konversi.....	7
Gambar 2.6. Rangkaian uji coba arus	8
Gambar 2.7. Kurva arus-tegangan panel surya	10
Gambar 2.8. (a) Pengaruh intensitas cahaya terhadap keluaran arus; (b) Pengaruh temperatur modul surya terhadap keluaran tegangan.....	10
Gambar 2.9. Panel surya	11
Gambar 2.10. Solar charge controller	12
Gambar 2.11. Inverter	13
Gambar 2.12. Baterai	13
Gambar 2.13. <i>Solar power meter</i>	14
Gambar 2.14. Termometer inframerah (Thermo gun)	14
Gambar 2.15. Sudut jatuh sinar Matahari (Inklinasi) dan intensitas insolasi.....	15
Gambar 2.16. Lintang tempat di Bumi dan intensitas insolasi	16
Gambar 2.17. Bentuk permukaan Bumi dan intensitas insolasi.....	16
Gambar 2.18. Radiasi terkonsentrasi dan radiasi hamburan yang menyentuh permukaan bumi.....	17
Gambar 2.19. Arah datangnya cahaya membentuk sudut dengan bidang normal panel surya	17
Gambar 2.20. Titik-titik di dalam persamaan (2.14) dan (2.15)	21
Gambar 2.21. Titik mesh (i,j) yang dihubungkan ke empat titik tetangganya.....	21

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Alat yang digunakan	23
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan	24
Tabel 4.1. Data hasil pengukuran intensitas radiasi matahari.....	27
Tabel 4.2. Data hasil pengukuran arus dan tegangan.....	30
Tabel 4.3. Data hasil perhitungan daya.....	31
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Temperatur Panel Hari ke-1	34
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Temperatur Panel Hari ke-2	35
Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Temperatur Panel Hari ke-3	36
Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Temperatur Panel Hari ke-4	37
Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Temperatur Panel Hari ke-5	38
Tabel 4.9. Hasil Pengukuran Temperatur Panel Hari ke-6	39
Tabel 4.10. Hasil Pengukuran Temperatur Panel Hari ke-7	40

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Intensitas radiasi matahari selama 7 hari pengujian	28
Grafik 4.2. Rata-rata radiasi matahari per jam selama 7 hari pengujian.....	28
Grafik 4.3. Rata-rata intensitas radiasi matahari per hari.....	29
Grafik 4.4. Perhitungan daya selama 7 hari	32
Grafik 4.5. Daya rata-rata per jam selama 7 hari	32
Grafik 4.6 Rata-rata perhitungan daya per hari.....	33
Grafik 4.7. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari hari ke-1	41
Grafik 4.8. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari hari ke-2.....	42
Grafik 4.9. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari hari ke-3.....	42
Grafik 4.10. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari hari ke-4.....	43
Grafik 4.11. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari hari ke-5.....	43
Grafik 4.12. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari hari ke-6.....	44
Grafik 4.13. Perbandingan suhu dan intensitas radiasi matahari hari ke-7.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pengambilan data radiasi matahari.....	51
Lampiran 2 Proses pengambilan data arus dan tegangan panel surya	51
Lampiran 3 Proses pengambilan data suhu panel surya	51
Lampiran 4 Pemrograman Matlab	52
Lampiran 5 Hasil Running Matlab.....	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang sering digunakan untuk kepentingan sehari-hari baik kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan industri. Secara umum sumber energi dikategorikan menjadi dua yaitu *non-renewable energy* dan *renewable energy*. Sebagian besar aktivitas di dunia ini menggunakan *non-renewable energy* yang bersumber dari bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, uranium, plutonium, batu bara dan lainnya yang tiada henti dapat menyebabkan *global warming*, hujan asam, hingga rusaknya lapisan ozon (Halim et al., 2019). Gerakan hemat energi sudah merupakan keharusan di seluruh dunia. Salah satunya dengan menggunakan bahan bakar yang bersumber dari non-fosil yang dapat diperbaharui seperti tenaga angin, tenaga air, energi panas bumi, tenaga matahari, dan lainnya.

Indonesia adalah salah satu negara yang dilalui oleh garis khatulistiwa dan beriklim tropis sehingga potensi energi matahari di Indonesia cukup tinggi. Potensi energi matahari harian rata-rata mencapai 4.8 kWh/m^2 karena sinar matahari tersedia hampir dari pagi hingga sore hari (Satria & Syafii, 2018). Energi surya dapat dimanfaatkan dengan bantuan panel surya dengan mengkonversi langsung radiasi matahari menjadi energi listrik. Kinerja panel surya bergantung pada kondisi cuaca, yaitu suhu dan radiasi matahari (Y.M.Irwan et al., 2015).

Kontinuitas sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terintegrasi terkait Sumber Energi Setempat (SES) menjadi salah satu keunggulan untuk keberlanjutan suplai daya ke konsumen. Aplikasi PLTS tersebut salah satunya pada program Layanan Kesehatan Cuma-Cuma (LKC) yang diinisiasi oleh Dompot Dhuafa Sumatera Selatan yang mempunyai banyak program layanan kesehatan yang diselenggarakan oleh LKC Dompot Dhuafa Sumsel yaitu pengobatan dasar, layanan Kesehatan Ibu dan Anak (KIA), penyuluhan kesehatan

(penyuluhan pola hidup sehat, kanker serviks, anemia, cacangan pada anak, dll), suntik KB, cek *Ultrasonography* (USG), layanan gigi, *medical check-up*, dan khitan laser (Apriani et al., 2019).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Gunoto & Sofyan, 2020) dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 WP Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan” dari hasil pengujian diketahui bahwa besarnya nilai daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya 100 Wp sangat dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca. Penelitian juga dilakukan oleh (Yuliananda et al., 2015) dengan judul “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya”. Dari hasil pengujian diketahui bahwa intensitas matahari yang diserap oleh panel surya 50 Wp mempengaruhi besar daya, dimana bila intensitas matahari rendah daya yang dihasilkan juga rendah sedang intensitas tinggi daya yang dihasilkan akan naik pula.

Penelitian juga dilakukan oleh (Khwee, 2013) dengan judul “Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak)”. Dari hasil pengujian diketahui bahwa daya listrik yang dihasilkan oleh suatu panel surya tergantung kepada besarnya intensitas radiasi dan temperatur yang diterimanya. Perubahan temperatur pada panel surya selain disebabkan oleh temperatur lingkungan sekitar, juga disebabkan oleh bahan silikon sel-sel surya yang mampu menyerap energi foton sekaligus panas dari radiasi matahari. Berdasarkan penelitian sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis sistem PLTS dengan fokus kajian pada pengaruh fluktuasi suhu dan radiasi matahari terhadap daya keluaran panel surya di Klinik LKC Dompot Dhuafa Sumatera Selatan.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam skripsi ini adalah menganalisis pengaruh fluktuasi suhu dan radiasi matahari terhadap daya keluaran panel surya pada sistem PLTS di Klinik LKC Dompot Dhuafa Sumatera Selatan.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, pembahasan difokuskan pada analisis pengaruh fluktuasi suhu dan radiasi matahari terhadap daya keluaran panel surya pada sistem PLTS di Klinik LKC Dompot Dhuafa Sumatera Selatan pada musim kemarau.

1.4. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan skripsi ini yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan, dan batasan masalah.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dan cara kerja dari alat dan bahan, serta karakteristik dari komponen-komponen pendukung.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan tentang metode yang digunakan, alat dan bahan yang digunakan, serta tahap-tahap melakukan penelitian dari awal sampai dengan selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas hasil dan pembahasan dari pengujian pengaruh radiasi matahari dan fluktuasi suhu panel surya pada sistem PLTS di Klinik LKC Dompot Dhuafa Sumatera Selatan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini akan dibahas kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang sudah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifyanti, D. F., & Tambunan, J. M. (2016). Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1000 WATT. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 1(1), 79–95.
- Apriani, Y., Anwar, W. A. O., & Rasyad, A. A. (2019). Sosialisasi Penggunaan Inverter Berbasis Solar Sel Di Layanan Kesehatan Cuma-Cuma (LKC) Dompot Duafa Palembang Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Layanan Kesehatan. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 3(2), 125–131.
- Djuniadi, Wibawanto, H., Iksan, N., Hastawan, A. F., Zaki, I. F., & Himawan, W. (2019). Unjuk Kerja PLTS Di Branjang Rawapening Kabupaten Semarang. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS*, 604–610.
- Fu, Q., & Tong, N. (2010). A Complex-Method-based PSO algorithm for the maximum power point tracking in photovoltaic system. *Second International Conference on Information Technology and Computer Science*, 134–137. <https://doi.org/10.1109/ITCS.2010.39>
- Gunoto, P., & Sofyan, S. (2020). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 WP Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan. *Jurnal Sigma Teknika*, 3(2), 96–106.
- Halim, A. K., Hariansyah, M., & Lutfi, M. (2019). Pengelolaan Sampah Plastik Berbasis Energi Terbarukan Dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Dan Pemberdayaan Masyarakat (JPPM)*, 6(2), 126–147.
- Helmi, M., & Fitria, D. (2019). Optimalisasi Radiasi Sinar Matahari Terhadap Solar Cell. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7(2), 86–92.
- Khaffi, A., Idris, A. R., & Sofyan. (2020). Rancang Bangun Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, 15–21.

- Khwee, K. H. (2013). Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak). *Jurnal ELKHA*, 5(2), 23–26.
- Kreyszig, E. (2006). *Advanced Engineering Mathematics*.
- Muhammad, U., Mustafa, S., & Sofyan, S. (2021). Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Solar Power Meter Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, September, 294–299.
- Nathawibawa, A. A. N. B. B., Kumara, I. N. S., & Ariastina³, W. G. (2017). Analisis Produksi Energi dari Inverter pada Grid-connected PLTS 1 MWp di Desa Kayubihi Kabupaten Bangli. *Teknologi Elektro*, 16(1), 131–139.
- Paramudita, I., Wijanarko, T. A. W., Amanda, A. P., & Bakti, P. (2021). Pengaruh Jarak Ukur Dan Jenis Termometer Inframerah Pada Hasil Pengukuran Suhu Tubuh Sebagai Skrining Awal Covid-19. *Jurnal Standardisasi*, 23(2), 133–140.
- Satria, H., & Syafii. (2018). Sistem Monitoring Online dan Analisa Performansi PLTS Rooftop Terhubung ke Grid PLN. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(2), 136–144.
- Sudradjat, A. (2007). *Sistem-Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. BPPT-Press.
- Sukmajati, S., & Hafidz, M. (2015). Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid Di Yogyakarta. *Jurnal Energi Dan Kelistrikan*, 7(1), 49–63.
- Supardiyono. (2011). Analisis Distribusi Suhu Pada Pelat Dua Dimensi Dengan Menggunakan Metoda Beda Hingga. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya*, 1(2), 33–39.
- Suripto, H., & Jati, U. S. (2021). Analisis Perancangan dan Pengujian Alat Cuci Tangan Otomatis Berbasis Energi Surya 100 WP. *Journal of Mechanical Engineering and Science*, 02(01), 14–21.

- Sutarno. (2013). *Sumber Daya Energi*. Graha Ilmu.
- Syahwil, M., & Kadir, N. (2021). Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 3(1), 26–35.
- Tiyas, P. K., & Widyartono, M. (2020). Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 871–876.
- Tjasyono, B. (2009). *Meteorologi Indonesia Volume I: Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer: Vol. I*.
- Wibawa, U., & Darmawan, A. (2008). Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Suplai Daya Listrik Beban Pertamanan. *Jurnal EECCIS*, 2(1), 26–37.
- Y.M.Irwan, W.Z.Leow, M.Irwanto, Fareq.M, A.R.Amelia, N.Gomesh, & I.Safwati. (2015). Indoor Test Performance of PV Panel through Water Cooling Method. *Energy Procedia*, 79, 604–611.
- Yuliananda, S., Sarya, G., & Hastijanti, R. R. (2015). Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*, 01(02), 193–202.
- Yuwono, B. (2005). *Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*.