

SKRIPSI

PERBANDINGAN KINERJA PANEL SURYA FLEKSIBEL
BERDASARKAN BENTUK PEMASANGAN DENGAN KAPASITAS
PANEL 100 Wp 12 VOLT



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
REPALDO PRATAMA 132022012

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2025

Susunan Dewan Penguji

Riha

Penguji 1

[Signature]

[Signature]



UNIVERSITAS MUHIYACHYA JEMBER

Menyetujui
Ketua Program
[Signature]
Dr. Feby Ardian

Dr. Fedy 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

Yang Membuat Pernyataan



REPALDO PRATAMA

132022012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat, karunia, serta pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PERBANDINGAN KINERJA PANEL SURYA FLEKSIBEL BERDASARKAN BENTUK PEMASANGAN DENGAN KAPASITAS PANEL 100 Wp 12 VOLT”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penyusunan skripsi ini bukanlah perjalanan yang mudah. Banyak proses yang harus dilalui, mulai dari pencarian referensi, penyusunan konsep penelitian, pengujian alat, pengambilan data, hingga penyusunan hasil penelitian. Dalam setiap proses tersebut, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari doa, dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak yang dengan tulus memberikan arahan dan semangat.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rika Noverianty, S.T., M.T, Selaku Pembimbing I.
 2. Muhammad Hurairah, S.T, M.T, Selaku Pembimbing II
- dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,
1. Bapak Prof. Dr. 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.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati menerima kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri, mahasiswa, pembaca, serta pihak-pihak yang membutuhkan referensi dalam bidang energi terbarukan, khususnya mengenai kinerja panel surya fleksibel. Semoga segala bantuan, doa, dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT.

Palembang, 4 Juni 2026
Yang bertanda tangan

REPALDO PRATAMA

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Tidak Ada Pemberian Orang Tua Yang Paling Berharga Kepada Anaknya Dari
Pada Pendidikan Akhlak Mulia

(HR. Bukhari)

Tidak Perlu Membuktikan Diri Kepada Semua Orang, Cukup Buktikan Kepada
Diri Sendiri Bahwa Kamu Mampu Menyelesaikan Apa Yang Telah Kamu Mulai

(Repaldo Pratama)

PERSEMBAHAN

Skripsi Ini Saya Persembahkan Kepada :

1. Allah SWT Atas Segala Nikmat, Karunia Dan Rahmatnya Sehingga Saya Dapat Menulis Skripsi Ini, Yang Selalu Memberikan Kesehatan, Perlindungan Serta Kemudahan
2. Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Harison Dan Ibu Ifa Hilpira, Bapak Dan Ibuk Mungkin Tidak Memiliki Gelar Sarjana Yang Tertulis Di Belakang Nama, Tetapi Gelar Yang Saya Raih Hari Ini Adalah Gelar Yang Sesungguhnya Juga Milik Bapak Dan Ibuk, Karena Di Balik Gelar Ini Ada Doa Yang Tidak Pernah Putus, Keringat Yang Tidak Pernah Saya Lihat, Pengorbanan Yang Tidak Pernah Bapak Dan Ibuk 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.
3. Kepada Ibu Rika Noverianty, S.T., M.T Selaku Pembimbing 1 Dan Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T Selaku Pembimbing 2, Terima Kasih Atas Waktu, Arahkan, 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

ABSTRAK

Panel surya fleksibel banyak diminati untuk aplikasi pada bidang non-datar karena bobotnya yang ringan dan sifatnya yang elastis. Perubahan konfigurasi pemasangan dari bidang miring datar menjadi setengah silinder berpotensi mengubah sudut datang iradiasi matahari dan memicu akumulasi suhu permukaan panel, sehingga memengaruhi kinerja keluaran listriknya. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja panel surya fleksibel berkapasitas 100 Wp 12 Volt pada dua konfigurasi pemasangan, yaitu miring 15° dan setengah silinder. Pengujian dilakukan menggunakan dua unit panel surya fleksibel yang dirangkai paralel dan dihubungkan dengan *Solar Charge Controller* MPPT serta baterai 12 Volt. Parameter yang diukur meliputi iradiasi matahari, suhu panel, tegangan, arus, daya keluaran, energi listrik, dan efisiensi konversi. Data pengujian dianalisis melalui perhitungan daya, energi, dan efisiensi konversi pada kedua konfigurasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi miring menghasilkan rata-rata daya 36,67 W, energi listrik 1.283,28 Wh, dan efisiensi 23,15%, sedangkan konfigurasi setengah silinder menghasilkan rata-rata daya 37,88 W, energi listrik 1.325,90 Wh, dan efisiensi 22,99%. Konfigurasi setengah silinder terbukti menghasilkan daya dan energi harian yang sedikit lebih tinggi, sementara konfigurasi miring memberikan efisiensi konversi energi yang lebih baik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan konfigurasi pemasangan panel surya fleksibel 100 Wp 12 Volt yang optimal untuk aplikasi sistem energi surya skala kecil.

Kata kunci: panel surya fleksibel, iradiasi matahari, daya keluaran, efisiensi, pemasangan miring, setengah silinder.

ABSTRACT

Flexible solar panels are increasingly favored for applications on non-flat surfaces owing to their lightweight and flexible characteristics. Changing the mounting configuration from a flat inclined surface to a semi-cylindrical surface may alter the angle of solar irradiance incidence and induce heat accumulation on the panel surface, thereby affecting its electrical output performance. This study aims to compare the performance of 100 Wp 12 Volt flexible solar panels under two mounting configurations, namely a 15° inclined configuration and a semi-cylindrical configuration. The tests were conducted using two flexible solar panel units connected in parallel and integrated with a Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller and a 12 Volt battery. The measured parameters included solar irradiance, panel temperature, voltage, current, output power, electrical energy, and conversion efficiency. The test data were analyzed through calculations of power, energy, and conversion efficiency for both configurations. The results show that the inclined configuration produced an average power of 36.67 W, an electrical energy output of 1,283.28 Wh, and an efficiency of 23.15%, while the semi-cylindrical configuration produced an average power of 37.88 W, an electrical energy output of 1,325.90 Wh, and an efficiency of 22.99%. The semi-cylindrical configuration was found to yield slightly higher daily power and energy output, whereas the inclined configuration provided better energy conversion efficiency. These findings are expected to serve as a reference for determining the optimal mounting configuration for 100 Wp 12 Volt flexible solar panels in small-scale solar energy applications.

Keywords: *flexible solar panel, solar irradiance, output power, efficiency, inclined mounting, semi-cylindrical mounting.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Energi Surya	5
2.2 Sistem Fotovoltaik.....	6
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	8
2.3.1 Komponen-Komponen PLTS.....	11
2.3.1.1 Panel Surya Fleksibel (Flexible Solar Panel)	12
2.3.1.2 Solar Charge Controller (SCC) / MPPT	16
2.3.1.3 Media Penyimpanan Energi (Baterai Lithium-ion).....	17
2.3.1.4 Alat Ukur dan Instrumen Penelitian	18
2.3.1.6 Alat Ukur dan Instrumen Penelitian	19
2.4 Bentuk Pemasangan Panel Surya	19
2.5 Pemasangan Miring.....	20
2.6 Pemasangan Setengah Silinder.....	22
2.7 Parameter Kinerja Panel Surya	24
2.7.1 Iradiasi Matahari.....	25
2.7.2 Suhu Panel.....	26
2.7.3 Tegangan dan Arus Keluaran.....	26

2.7.4 Daya Keluaran Panel	26
2.7.5 Daya dan Energi Masukan Matahari	27
2.7.6 Energi Listrik Keluaran	27
2.7.7 Efisiensi Panel Surya.....	28
2.7.8 Rata-Rata Hasil Pengukuran.....	28
2.7.9 Persentase Perbandingan Daya.....	28
BAB 3 METODE PENELITIAN	30
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2. Diagram Alir.....	31
3.3. Alat dan Bahan	33
3.4. Diagram Skema.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Hasil Pengujian Panel Surya Fleksibel.....	37
4.2 Data Hasil Pengujian Pemasangan Miring.....	37
4.3 Data Hasil Pengujian Pemasangan Setengah Silinder.....	38
4.4 Perhitungan Parameter Kinerja Panel Surya	40
4.4.1 Perhitungan Daya Keluaran Panel.....	40
4.4.3 Perhitungan Produksi Energi Listrik Harian	42
4.4.4 Perhitungan Produksi Energi Listrik Harian	42
4.4.5 Perhitungan Persentase Perbandingan Kinerja.....	43
4.5 Grafik Perbandingan Parameter Pengujian	43
4.5.1 Analisis Iradiasi Matahari.....	44
4.5.2 Analisis Suhu Permukaan Panel	46
4.5.3 Analisis Daya Keluaran Panel	47
4.6 Perhitungan Energi dan Efisiensi	48
4.6.1 Produksi Energi Listrik Harian.....	49
4.6.2 Total Energi dan Efisiensi Rata-rata.....	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Daftar Alat yang Digunakan dalam Penelitian	31
Tabel 3.2. Daftar Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	32
Tabel 3.3. Spesifikasi Teknis Panel Surya Fleksibel FLW-LTW-100W	32
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Panel Surya Fleksibel pada Pemasangan Miring	35
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Panel Surya Fleksibel pada Pemasangan Setengah Silinder.....	37
Tabel 4.3 Ringkasan Hasil Perhitungan Energi dan Efisiensi	44
Tabel 4.3 Tabel 3.1. Daftar Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya Fleksibel 100 Wp.....	15
Gambar 2.2 Solar Charge Controller Jenis MPPT	16
Gambar 2.3 Variasi Bentuk Pemasangan Panel Surya Fleksibel.....	18
Gambar 3.1. Lokasi dan Tata Letak Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang	28
Gambar 3.2. Diagram Alir	30
Gambar 3.3 Diagram Skema Rangkaian Pengujian Panel Surya Fleksibel 100 Wp 12 Volt	34
Gambar 4.1 Grafik Rata-rata Iradiasi Matahari per Jam (10.00 - 14.00 WIB)	43
Gambar 4.2 Grafik Rata-rata Suhu Permukaan Panel per Jam	43
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Tren Rata-rata Daya Keluaran per Jam	44
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Produksi Energi Listrik Harian (01 - 07 Juli 2025).....	45
Gambar 4.5 Grafik Total Energi 7 Hari Pengujian dan Efisiensi Rata-rata Panel	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia, baik untuk kebutuhan rumah tangga, pendidikan, industri, maupun kegiatan sehari-hari. Seiring meningkatnya kebutuhan energi listrik, pemanfaatan energi terbarukan menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Salah satu sumber energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan adalah energi matahari karena tersedia secara melimpah, ramah lingkungan, dan dapat digunakan dalam berbagai skala kebutuhan. Pemanfaatan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) juga terus berkembang, baik pada sistem off-grid, hybrid, maupun jaringan dengan automatic transfer switch (Aswar and Mahmuddin 2022; Han et al. 2024).

Panel surya merupakan perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses photovoltaic. Kinerja panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti intensitas cahaya matahari, iradiasi, suhu panel, tegangan, arus, daya keluaran, serta bentuk dan posisi pemasangan panel. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa susunan panel, intensitas cahaya, sudut kemiringan, azimuth, suhu panel, tegangan, dan arus memiliki hubungan terhadap daya keluaran panel surya (Amalia et al. 2022; Emes et al. 2022; Pratama et al. 2025).

Salah satu jenis panel surya yang banyak dikembangkan adalah panel surya fleksibel. Panel surya fleksibel memiliki kelebihan karena bentuknya lebih tipis, ringan, dan dapat menyesuaikan dengan permukaan tertentu. Perkembangan material photovoltaic fleksibel memungkinkan panel digunakan pada permukaan yang tidak selalu kaku atau rata, sehingga penggunaannya dapat disesuaikan dengan bentuk media pemasangan (Dallaev et al. 2023).

Panel surya fleksibel dapat dipasang pada permukaan yang tidak selalu rata, misalnya pada bidang miring maupun bidang berbentuk setengah silinder. Namun, perbedaan bentuk pemasangan dapat memengaruhi penerimaan cahaya matahari pada permukaan panel, sehingga berdampak terhadap nilai tegangan, arus, daya, energi listrik, dan efisiensi panel. Pengaruh sudut kemiringan dan intensitas cahaya terhadap kinerja panel surya telah menjadi salah satu aspek penting dalam pengujian performa panel, karena perubahan sudut dapat memengaruhi daya keluaran yang dihasilkan (Hardianto et al. 2025; Kiswanto et al. 2025).

Pada penelitian ini digunakan panel surya fleksibel dengan kapasitas 100 Wp 12 Volt. Variasi pemasangan yang dibandingkan adalah pemasangan miring dan pemasangan setengah silinder. Pemasangan datar tidak digunakan dalam penelitian ini agar pembahasan lebih fokus pada pengaruh bentuk pemasangan terhadap kinerja panel surya fleksibel. Pengujian kinerja panel dilakukan dengan memperhatikan beberapa parameter utama, yaitu iradiasi matahari, suhu panel, tegangan, arus, daya, energi listrik, dan efisiensi panel. Parameter tersebut penting karena sistem monitoring PLTS pada umumnya digunakan untuk memperoleh data performa sistem, seperti tegangan, arus, dan kondisi keluaran panel secara berkala (Syahban Rangkuti and Eliyana Firmansyah 2024).

Dengan membandingkan dua bentuk pemasangan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat mengetahui bentuk pemasangan yang menghasilkan kinerja lebih baik pada panel surya fleksibel berkapasitas 100 Wp 12 Volt. Kajian mengenai perancangan dan evaluasi sistem PLTS menunjukkan bahwa performa sistem tidak hanya bergantung pada kapasitas panel, tetapi juga dipengaruhi oleh desain pemasangan dan kondisi operasional di lapangan (Hernawan et al. 2024; Nugroho et al. 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dengan judul “Perbandingan Kinerja Panel Surya Fleksibel Berdasarkan Pemasangan Dengan Kapasitas Panel 100 Wp 12 Volt” penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk pemasangan terhadap performa panel surya fleksibel.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja panel surya fleksibel dengan kapasitas 100 Wp 12 Volt berdasarkan variasi bentuk pemasangan miring dan setengah silinder.
2. Membandingkan hasil keluaran panel surya fleksibel pada pemasangan miring dan pemasangan setengah silinder berdasarkan parameter iradiasi matahari, suhu panel, tegangan, arus, daya, energi listrik, dan efisiensi panel.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini terfokus dan sesuai dengan lingkup pengujian, maka batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut

1. Menganalisis kinerja panel surya fleksibel dengan kapasitas 100 Wp berdasarkan variasi bentuk pemasangan miring dan setengah silinder.
2. Membandingkan hasil keluaran panel surya fleksibel pada pemasangan miring dan pemasangan setengah silinder berdasarkan parameter iradiasi matahari, suhu panel, tegangan, arus, daya, energi listrik, dan efisiensi panel.
3. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi iradiasi matahari, suhu panel, tegangan, arus, daya, energi listrik, dan efisiensi panel.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun agar pembahasan dapat tersampaikan secara terarah dan mudah dipahami. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang berkaitan dengan panel surya, panel surya fleksibel, iradiasi matahari, suhu panel, tegangan, arus, daya, energi listrik, efisiensi panel, serta pengaruh bentuk pemasangan terhadap kinerja panel surya.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian, alat dan bahan yang digunakan, desain pemasangan panel surya fleksibel, prosedur pengambilan data, serta metode analisis data yang digunakan dalam penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengujian dan pembahasan mengenai perbandingan kinerja panel surya fleksibel pada pemasangan miring dan setengah silinder berdasarkan parameter iradiasi matahari, suhu panel, tegangan, arus, daya, energi listrik, dan efisiensi panel.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., Abdillah, H., & Hariyadi, T. W. (2022). Analisa perbandingan daya keluaran panel surya tipe monokristalin 50 WP yang dirangkai seri dan pada instalasi PLTS off-grid. *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, 8(1), 12–21. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jnet/article/view/12>
- Aswar, M. B. A., & Mahmuddin, F. (2022). Perancangan automatic transfer switch (ATS) pembangkit listrik hybrid panel surya dan generator untuk bagan apung. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 25(2), 141–148. <https://doi.org/10.25042/jpe.112021.09>
- Dallaev, R., Pisarenko, T., Papez, N., & Holcman, V. (2023). Overview of the current state of flexible solar panels and photovoltaic materials. *Materials*, 16(17), 5839. <https://doi.org/10.3390/ma16175839>
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar engineering of thermal processes* (4thed.). John Wiley & Sons. https://books.google.com/books/about/Solar_Engineering_of_Thermal_Processes.html?id=5uDdUfMgXYQC
- Emes, Y. F., Kewas, J. C., & Pomalingo, M. F. (2022). Analysis of the influence of the tilt angle of a monocrystalline type 10 Wp solar panel on output power. *Actuator: Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 9–15. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/actuator>
- Han, S., Santoso, G., Susetyo, J., & Permana, A. H. (2024). Solar power plant design using automatic transfer switch on PLN-PLTS network. *Engineering and Technology Journal*, 9(7), 3840–3847. <https://doi.org/10.47191/etj/v9i07.23>
- Hardianto, M. A., Putri, N. U., Pranita, E., & Dalimunthe, E. R. (2025). Analisis pengaruh sudut kemiringan terhadap daya keluaran pada panel surya jenis polycrystalline 100 WP menggunakan regression quadratic. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 17(1), 72–81. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v17i1.2628>
- Hernawan, A. F., Mulyana, E., & Trisno, B. (2024). Evaluasi kinerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya hybrid pada Gedung Centre of Excellence Universitas. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 26(1), 31–39. <https://doi.org/10.14710/transmisi.26.1.31-39>
- Iskandar, H. R. (2020). *Praktis belajar pembangkit listrik tenaga surya*. Deepublish. <https://deepublishstore.com/katalog/praktis-belajar-pembangkit-listrik-tenaga-surya/>
- Jamaaluddin. (2021). *Buku petunjuk pengoperasian PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)*. Umsida Press. <https://doi.org/10.21070/2021/978-623-6833-88-0>
- Jaya, H. S., Rahmat, M. H., & Asrori. (2024). Analisis pengaruh suhu panel surya terhadap output panel performance. *Journal of Mechanical Engineering*, 5(2), 112–120. <https://journal.pubmedia.id/index.php/jme/article/download/2189/2154>
- Kiswanto, H., Noviarianto, Purwanto, P., Nurhidayati, I., Harsono, P., Oscar, Y., & Putranto, W. A. (2025). Analisis eksperimental pengaruh sudut kemiringan

- dan intensitas cahaya terhadap kinerja panel surya portabel. *Wahana Fisika*, 10(2), 105–120. <https://ejournal.upi.edu/index.php/wahanafisika>
- Messenger, R. A., & Abtahi, H. (2017). *Photovoltaic systems engineering* (4th ed.). CRC Press.
https://books.google.com/books/about/Photovoltaic_Systems_Engineering.html?id=IewwEQAAQBAJ
- Nugroho, B. A., Setyawan, F. X. A., & Yudamson, A. (2024). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan sudut panel optimal sebagai sumber energi listrik pada area keramba jaring apung Padang Cermin. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v14i1.31547>
- Patel, M. R. (2006). *Wind and solar power systems: Design, analysis, and operation* (2nd ed.). CRC Press.
https://books.google.com/books/about/Wind_and_Solar_Power_Systems.html?id=z1_NBQAAQBAJ
- Pratama, W. A., Fatkhurrokhman, M., & Irwanto, I. (2025). Pengaruh azimuth terhadap intensitas cahaya, tegangan, dan arus panel surya 50 WP off-grid. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 4(1), 94–106. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v4i1.4761>