

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH EFISIENSI PANEL SURYA DAN
GENERATOR TERHADAP BEBAN PADA SISTEM
PEMBANGKIT LISTRIK HIBRIDA TENAGA SURYA
DAN TENAGA PIKOHIDRO



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

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

DIMAS NURIL HUDA

132020015

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH EFISIENSI PANEL SURYA DAN
GENERATOR TERHADAP BEBAN PADA SISTEM
PEMBANGKIT LISTRIK HIBRIDA TENAGA SURYA
DAN TENAGA PIKOHIDRO



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
13 Mei 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
DIMAS NURIL HUDA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

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

Penguji 1

Taufik Berlian, S.T., M.Eng
NIDN: 0218017202

Pembimbing 2

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

Penguji 2

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

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik



Ir. A. Junaidi, 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, 07 Maret 2025

mbuat pernyataan,



Dimas Nuril Huda

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ANALISIS PENGARUH EFISIENSI GENERATOR DAN PANEL SURYA TERHADAP BEBAN PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK HIBRIDA TENAGA SURYA DAN TENAGA PIKOHIDRO” 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,

Bapak Dr.Bengawan Alfaresi, S.T., M.T., selaku Pembimbing I

Ibu Fadilah, 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

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, 07 Maret 2025

Penulis,

Dimas Nuril Huda

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat mendorong pengembangan sistem pembangkit hibrida berbasis energi terbarukan yang lebih efisien dan andal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh efisiensi panel surya dan generator terhadap beban pada sistem pembangkit listrik hibrida tenaga surya–pikohidro. Penelitian bersifat eksperimental dengan pendekatan kuantitatif, dilakukan melalui perancangan dan pengujian sistem hibrida skala kecil di Universitas Muhammadiyah Palembang. Data yang dikumpulkan mencakup intensitas cahaya, iradiasi matahari, tegangan, arus, daya panel surya, debit air, serta parameter generator; analisis dilakukan melalui perhitungan efisiensi dan evaluasi kestabilan suplai daya terhadap beban. Hasil menunjukkan efisiensi panel surya berada pada kisaran 6–9% dengan nilai tertinggi pada siang hari, sedangkan efisiensi generator pikohidro bervariasi antara 60–70% bergantung debit air dan putaran turbin. Integrasi kedua sumber terbukti mampu menutupi fluktuasi efisiensi masing-masing sehingga suplai daya sistem lebih stabil dibandingkan penggunaan tunggal. Kesimpulannya, efisiensi panel surya dan generator berkontribusi signifikan terhadap kinerja sistem hibrida, yang berimplikasi pada peningkatan keandalan pasokan listrik di daerah terpencil serta mendukung pemanfaatan energi terbarukan secara berkelanjutan.

Kata kunci: efisiensi, panel surya, generator, sistem hibrida, energi terbarukan, pikohidro

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH)	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	6
2.2.1 Radiasi Matahari.....	9
2.2.2 Panel Surya (<i>photovoltaic</i>)	11
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH).....	13
2.3.1. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	14
2.4 Generator <i>Direct Current</i> (DC).....	15
2.4.1 Generator DC Eksitasi Sendiri (<i>Self-excited DC Generator</i>).....	15
2.4.2 Generator DC Eksitasi Terpisah (<i>Separately Excited DC Generator</i>) .	16
2.4.3 Prinsip Kerja Generator DC	16

2.4.4 Karakteristik Kinerja Generator DC	17
2.5 Konsep Daya Nyata, Reaktif, dan Daya Listrik pada Rangkaian	17
2.6 Perhitungan dan Konversi Satuan Energi.....	17
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu Dan Pelaksanaan.....	19
3.2 Diagram Penelitian	19
3.3 Mekanisme Penelitian	22
3.4 Alat Dan Bahan	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Data Penelitan Teknis.....	26
4.1.1 Data Spesifikasi Panel Surya	27
4.1.2 Data Spesifikasi Generator	27
4.2 Hasil Pengujian PLTS	29
4.2.1 Pengukuran Irradiasi cahaya matahari.....	29
4.2.2 Pengukuran dan Perhitungan Panel Surya	30
4.3 Hasil Pengujian data PLTPH.....	33
4.3.1 Pengukuran debit air dan Perhitungan daya turbin.....	33
4.3.2 Pengukuran Parameter pada generator dan perhitungan efisiensi generator	37
4.4 Data Pengujian Beban	39
4.4.1 Pengukuran data pada Beban.....	39
4.5 Analisa Efisiensi Panel surya	41
4.5.1 Perubahan Irradiasi Terhadap Waktu	41
4.5.2 Perubahan Daya Keluaran Panel Surya Terhadap Waktu	42
4.5.3 Perubahan Efisiensi Panel Surya Terhadap Waktu	43
4.6 Analisa Efisiensi Generator.....	44

4.6.1 Perubahan Daya Turbin Terhadap Waktu	44
4.6.2 Perubahan Daya Generator Terhadap Waktu	45
4.6.3 Perubahan Efisiensi Generator Terhadap Waktu.....	46
4.7 Evaluasi Fluktuasi Efisiensi terhadap Daya Keluaran Sistem Hibrida	47
4.7.1 Fluktuasi Efisiensi terhadap Daya Keluaran Panel Surya	47
4.7.2 Fluktuasi Efisiensi terhadap Daya Keluaran Generator.....	49
4.8 Kontribusi Efisiensi dan Energi Harian Sistem Hibrida	50
4.9 Kestabilan Suplai Daya terhadap Beban	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
DAFTAR LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Block diagram pembangkit listrik hibrida.....	5
Gambar 2. 2 prinsip kerja sel surya fotovoltaik	6
Gambar 2. 3 Jenis-jenis sistem fotovoltaik	7
Gambar 2. 4 Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	8
Gambar 2. 5 Baterai	9
Gambar 2. 6 Panel Surya	12
Gambar 2. 7 Desain Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro	13
Gambar 2. 8 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro.....	14
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	20
Gambar 3. 2 Desain Mekanis Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida	22
Gambar 3. 6 Multimeter.....	24
Gambar 3. 7 Watt Meter Digital DC.....	24
Gambar 3. 8 Watt Meter Digital AC.....	25
Gambar 4. 1 Diagram Rangkaian Pembangkit Listrik Hibrida.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam penelitian.....	23
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan untuk penelitian	23
Tabel 4. 1 Spesifikasi Panel Surya.....	27
Tabel 4. 2 Spesifikasi Generator	28
Tabel 4. 3 Data irradiasi matahari.....	30
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Parameter PLTS	31
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Efisiensi Data Panel Surya 2 x 50Wp	32
Tabel 4. 6 Data Debit Air 10 Juli 2025.....	34
Tabel 4. 7 Data Debit Air 11 Juli 2025.....	34
Tabel 4. 8 Data Debit Air 12 Juli 2025.....	35
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Daya Turbin	36
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Data Generator	37
Tabel 4. 11 Perhitungan data Efisiensi Generator PLTPH	39
Tabel 4. 12 Data Pengukuran Beban.....	40
Tabel 4. 13 Perubahan efisiensi PLTS	48
Tabel 4. 14 Perubahan Efisiensi Generator.....	49

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Perubahan Irradiasi Terhadap Waktu	41
Grafik 4. 2 Perubahan Daya Keluaran Panel Surya Terhadap Waktu	42
Grafik 4. 3 Perubahan Efisiensi Panel Surya Terhadap Waktu	43
Grafik 4. 4 Perubahan Daya Turbin terhadap Waktu.....	44
Grafik 4. 5 Perubahan Daya Generator Terhadap Waktu	45
Grafik 4. 6 Perubahan Efisiensi Generator Terhadap Waktu	46
Grafik 4. 7 Kontribusi Total Daya Sistem Hibrida terhadap Beban	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik, diperlukan solusi yang efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan untuk memenuhi permintaan tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem pembangkit listrik hibrida yang memadukan beberapa sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya dan pikohidro. Pemanfaatan panel surya yang memanfaatkan potensi energi matahari yang melimpah di Indonesia, dikombinasikan dengan pikohidro yang memanfaatkan aliran air berskala kecil, diharapkan dapat menciptakan sistem pembangkit listrik yang stabil dan efisien. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis pengaruh efisiensi panel surya terhadap pembebanan pada kinerja sistem pembangkit listrik hibrida, agar dapat memberikan rekomendasi yang tepat dalam perencanaan dan pengembangan sistem serupa di masa depan (Yulanda et al., 2024).

Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup tinggi, dengan rata-rata intensitas radiasi matahari mencapai 4–5 kWh/m²/hari. Selain itu, banyak wilayah di Indonesia yang memiliki potensi aliran sungai kecil yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pikohidro. Dengan menggabungkan kedua sumber energi tersebut dalam bentuk sistem pembangkit listrik hibrida, diharapkan dapat tercipta suplai listrik yang lebih stabil dan berkelanjutan, terutama pada kondisi ketika salah satu sumber energi tidak dapat beroperasi secara optimal, misalnya saat cuaca mendung atau debit air sungai berkurang.

Efisiensi panel surya dan generator merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kinerja sistem pembangkit listrik hibrida. Panel surya dengan tingkat efisiensi yang lebih tinggi dapat menghasilkan daya listrik yang lebih besar meskipun memiliki luas penampang modul yang sama, sehingga dapat memenuhi kebutuhan beban listrik harian secara lebih optimal. Namun demikian, tingkat

efisiensi tersebut juga dipengaruhi oleh berbagai kondisi lingkungan, seperti intensitas radiasi cahaya matahari serta suhu sekitar yang dapat berubah-ubah sepanjang hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Nisa dkk pada tahun 2022 mengenai pemanfaatan pembangkit listrik tenaga hibrida yang menggabungkan panel surya dan mikrohidro di Taman Airlangga, Lamongan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kombinasi kedua sumber energi terbarukan tersebut mampu meningkatkan pemanfaatan energi lokal untuk memenuhi kebutuhan beban rendah. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis pengaruh variasi intensitas cahaya matahari dan debit air terhadap kinerja sistem pembangkit secara keseluruhan.

Pada tahun 2024 Yulanda dkk merancang sistem pembangkit listrik hibrida yang memanfaatkan energi surya dan mikrohidro, dengan total daya keluaran sekitar 280 watt. Sistem ini dirancang berdasarkan rata-rata intensitas cahaya sebesar 5106 lux dan debit aliran air sebesar 1,24 m³/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu memasok beban listrik secara stabil sebesar 100 watt, sehingga mendukung penerapan teknologi pembangkit listrik hibrida di daerah terpencil yang memiliki keterbatasan sumber daya alam.

Evaluasi yang dilakukan oleh Syahputra dkk pada tahun 2023 terhadap kinerja sistem pembangkit listrik tenaga hibrida yang memadukan mikrohidro dan tenaga surya, dengan total kapasitas hingga mencapai 1100 watt. Penelitian ini secara khusus menganalisis pengaruh variasi diameter pulley pada turbin mikrohidro, yaitu antara 45 mm dan 100 mm, terhadap performa sistem. Selain itu, penelitian ini juga menyoroti bagaimana perbedaan desain dan tingkat efisiensi mekanik memengaruhi distribusi daya listrik, terutama untuk memenuhi kebutuhan beban.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan guna menganalisis sejauh mana pengaruh efisiensi panel surya terhadap kinerja sistem pembangkit listrik hibrida yang menggabungkan tenaga surya dan mikrohidro, analisis diperlukan untuk memastikan bahwa sistem pembangkit listrik tenaga hibrida yang dirancang mampu beroperasi sesuai dengan tujuan perancangan, baik dari sisi daya keluaran, efisiensi konversi energi, maupun keandalan suplai daya.

Setiap komponen dalam sistem, mulai dari panel surya, generator mikrohidro, *charger controller*, baterai, hingga inverter, memiliki karakteristik kerja yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti intensitas radiasi matahari, debit air, suhu, dan beban yang terhubung. Tanpa analisis yang terukur, kinerja aktual di lapangan mungkin berbeda jauh dari perhitungan teoritis yang telah dibuat.

Melalui analisis, dapat diketahui sejauh mana kontribusi masing-masing sumber energi terhadap total daya sistem, efisiensi konversi dari energi primer ke energi listrik, serta faktor-faktor yang menyebabkan penurunan performa. Hasil analisis ini tidak hanya digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan rancangan, tetapi juga menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi perbaikan desain, pengaturan operasi, dan pengembangan lebih lanjut sistem hibrida di masa depan.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan seberapa besar kontribusi perubahan efisiensi panel surya dan generator terhadap total daya Sistem hibrida.
2. Mengevaluasi kestabilan suplai daya terhadap beban ketika panel surya dan generator bekerja dengan efisiensi yang berbeda.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan sesuai dengan ruang lingkup yang dapat dijangkau secara teknis, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan pada pembebanan tetap, tanpa mempertimbangkan variasi beban lain di luar nilai tersebut.
2. Analisis difokuskan pada perubahan efisiensi panel surya dan Generator.
3. Sistem penyimpanan energi (baterai) dianggap bekerja dalam kondisi baik dan tidak dianalisis degradasinya selama penelitian.

1.4 Sistematika Penulisan

Metode Penulisan dilakukan secara sistematis, logis dan konsisten agar dapat melihat dan mengkaji dari penelitian secara teratur dan sesuai metode, maka dibuatlah Metode Penulisan yang dianggap berkaitan antara sub bab dengan bab

yang lainnya sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi teori-teori dasar yang mendukung penelitian, seperti sistem pembangkit listrik tenaga surya, pikohidro, generator, serta efisiensi energi.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang gambaran dan penjelasan metode yang digunakan untuk penelitian.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian dan analisis data efisiensi generator dan panel surya, serta pembahasan berdasarkan teori dan referensi yang relevan.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya atau penerapan sistem di lapangan

DAFTAR PUSTAKA

- Albahar, A. K., & Haqi, M. F. (2020). Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya (Pv) Terhadap Keluaran Daya. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 8(2), 115–122.
- Bermawi Orkha, A., & Bayusari, I. (2024). *Analisis Efisiensi Generator DC pada Prototipe PLTB Skala Mikro untuk Pengisian Baterai Ponsel Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*. 6(1), 56–65.
- Dahliya, D., Samsurizal, S., & Pasra, N. (2021). Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin. *Sutet*, 11(2), 71–80. <https://doi.org/10.33322/sutet.v11i2.1551>
- Hassan, A., Yakubu, B. M., & Mohammed, B. (2020). Analyzing & Modelling Energy Consumption Logs. *International Journal of February 2020*. <http://www.meacse.org/ijcar/archives/154.pdf>
- Maizana, D., Area, U. M., Satria, H., Area, U. M., Mungkin, M., & Area, U. M. (2022). *Optimalisasi Sistem Pembangkit* (Issue January).
- Martua, M., Setiawan, D., & Yuvendius, H. (2021). Studi Karakteristik Luar Dan Efisiensi Generator Dc Penguat Terpisah Terhadap Perubahan Beban Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, 1(1), 22–36. <https://doi.org/10.31849/jurkim.v1i1.7888>
- Mekhilef, S., Saidur, R., & Safari, A. (2011). A review on solar energy use in industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1777–1790. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.12.018>
- Michael, P. R., Johnston, D. E., & Moreno, W. (2020). A conversion guide: Solar irradiance and lux illuminance. *Journal of Measurements in Engineering*, 8(4), 153–166. <https://doi.org/10.21595/jme.2020.21667>
- Muttaqin, A., Syukriyadin, S., & Syahrizal, S. (2024). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Panel Surya dan Pikohidro (PLTH PV-Hydro) pada Water Reservoir Tank*. 9(2), 119–126.
- Pandawani, A. A. I., Indra Partha, C. G., & Sukerayasa, I. W. (2023). Investigasi

Hubungan Iradiasi Matahari Dengan Thd Pada Inverter PLTS Universitas Udayana. *Jurnal Spektrum*, 10(2), 63. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2023.v10.i02.p8>

Prasetya, G., Sumaryo, S., & Ekaputri, C. (2018). Desain Dan Implementasi Modul Pembangkit Listrik Mikrohidro Pada Rumah Dengan Pompa Penyimpanan Energi. *EProceedings of Engineering*, 5(3), 3831–3841. <https://libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8090>

Rekioua, D., & Matagne, E. (2012). Green Energy and Technology. In *Green Energy and Technology*. <https://doi.org/10.2174/97816080528511060101>

Saleh, Z., Apriani, Y., Ardianto, F., & Purwanto, R. (2019). Analisis Karakteristik Turbin Crossflow Kapasitas 5 kW. *Jurnal Surya Energy*, 3(2), 255. <https://doi.org/10.32502/jse.v3i2.1484>

Saodah, S., & Hariyanto, N. (2019). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Kapasitas 3 kVA. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat*, 187–190.

Setiawan, W., Setiawan, D., & Atmam, A. (2021). Sistem Pengendalian Generator DC Eksitasi erpisah Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC). *Jurnal Teknik*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.31849/teknik.v15i1.6119>

Vaicys, J., Norkevicius, P., Baronas, A., Gudzius, S., Jonaitis, A., & Peftitsis, D. (2022). Efficiency evaluation of the dual system power inverter for on-grid photovoltaic system. *Energies*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/en15010161>

Wibowo, A. (2022). Instalasi Panel Listrik Surya. In *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*. <http://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/view/326>

Yulanda, E. A., Susilo, J. T., Tama, A., Sunardi, S., Prakoso, D. A., & Yanuar, A. (2024). Perancangan Pembangkit Listrik Hybrid dengan Tenaga Surya dan Tenaga Mikrohidro. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 7(1), 89–97. <https://doi.org/10.32493/epic.v7i1.39647>