

SKRIPSI

**KINERJA *UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY* BERBASIS
POWER INVERTER 3000 WATT DENGAN KAPASITAS
BATERAI 400 AH BERDASARKAN BEBAN**



Merupakan Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Telah Dipertahankan Di
Depan Dewan Penguji

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

M ILHAM

132022032

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2026

Susunan Dewan Penguji

Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik E



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, April 2026

Yang Membuat Pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem on the left, the text "METRAY TEMPER" in the center, and the alphanumeric code "6579AOX177116798" at the bottom.

M ILHAM

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Setetes keringat ayah dan ibuku, menjadi seribu tenaga untukku melangkah maju”

“Aku ditolak dengan hebat, tetapi tidak untuk menyerah. Karena sesungguhnya bersama kesulitan pasti ada kemudahan”

(Al-Insyirah: 5-6)

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

1. Kepada ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, dan kemudahan.
2. Kepada Orangtuaku tercinta, Bapak ALPASI dan Ibu MAILA JUHA serta kakak ipar saya Heri, Pergani abdul muhid, Dewa wiliamsyah, Denny dwi montara dan ayuk ku Ferisma eka yunita, Fesuarisa dwi yasa, Fera angaara dan Pertiwi novita selly yang telah mendoakan dan memberikan semangat dan, memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini
3. Kepada pembimbing Skripsi I saya Bapak Dr Feby Ardianto , S.T., M.CS yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan sekaligus telah menjadi Bapak tercinta dikampus maupun dilapangan, dan mengajarkan banyak hal yang sangat bermanfaat. Serta Pembimbing II saya Ibu Rika Noverianty, S.T.,M.T yang sudah sabar dan memberikan motivasi dan semangat serta membimbing penyelesaian penulisan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Terutama untuk diri saya sendiri MILHAM , terima kasih atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga mampu bertahan dan terus melangkah sejauh ini. Terima kasih pada raga dan jiwa yang masih tetap tegar dan ikhlas menjalani semuanya hingga sekarang. Terima kasih telah percaya

pada keraguan dan kelelahan dalam setiap proses ini, meskipun jalannya terasa begitu berat, **Saya bangga pada diri saya sendiri!**. Aku bangga padamu, bukan karena kau sempurna, tapi karena kau bertahan disaat semua alasan untuk menyerah begitu banyak. Teruslah berjalan meski perlahan, asal tidak berhenti

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **KINERJA *UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY* BERBASIS POWER INVERTER 3000 WATT DENGAN KAPASITAS BATERAI 400 AH BERDASARKAN VARIASI BEBAN** 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 Feby Ardianto, S.T., M.Cs, selaku Pembimbing I
- Bapak Rika Noverianty, S.T.,MT, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak 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 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, Agustus 2026

Penulis,

M ILHAM

ABSTRAK

Uninterruptible Power Supply (UPS) merupakan salah satu sistem yang digunakan untuk menjaga kontinuitas suplai energi listrik ketika terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber listrik utama. Penelitian ini membahas kinerja UPS berbasis power inverter 3000 Watt dengan kapasitas baterai 24 V 400 Ah berdasarkan variasi beban. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kinerja UPS serta mengetahui pengaruh perubahan beban terhadap tegangan dan arus baterai selama sistem beroperasi. Sistem menggunakan baterai sebagai sumber energi DC yang kemudian dikonversikan oleh inverter menjadi energi AC 220 V untuk menyuplai beban. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi pembebanan untuk mengetahui karakteristik kerja sistem pada kondisi beban yang berbeda. Parameter yang diamati meliputi tegangan dan arus baterai, tegangan dan arus keluaran AC, daya keluaran inverter, efisiensi inverter, kondisi State of Charge (SOC), Depth of Discharge (DOD), serta waktu backup. Variasi beban digunakan untuk mengetahui hubungan antara peningkatan daya beban dengan arus yang ditarik dari baterai dan kemampuan sistem dalam mempertahankan suplai energi. Semakin besar daya beban yang diberikan, kebutuhan energi dari baterai semakin meningkat sehingga arus baterai menjadi lebih besar dan energi baterai lebih cepat berkurang. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja UPS menggunakan power inverter 3000 Watt dan baterai 400 Ah dalam melayani berbagai tingkat pembebanan serta menjadi bahan evaluasi dalam penggunaan sistem UPS sebagai sumber daya cadangan.

Kata kunci: UPS, power inverter, baterai 400 Ah, variasi beban, efisiensi, backup.

ABSTRACT

An Uninterruptible Power Supply (UPS) is a system used to maintain the continuity of electrical power supply when disturbances or outages occur in the main power source. This study discusses the performance of a UPS based on a 3000 Watt power inverter with a 24 V 400 Ah battery capacity under various load conditions. The study aims to analyze UPS performance and determine the effect of load variations on battery voltage and current during system operation. The system uses a battery as a DC energy source, which is then converted by the inverter into 220 V AC electrical energy to supply the loads. Testing is carried out by applying various load levels to determine the operating characteristics of the system under different loading conditions. The observed parameters include battery voltage and current, AC output voltage and current, inverter output power, inverter efficiency, State of Charge (SOC), Depth of Discharge (DOD), and backup time. Load variations are used to determine the relationship between increasing load power and the current drawn from the battery, as well as the ability of the system to maintain power supply. As the load power increases, the energy demand from the battery also increases, resulting in higher battery current and faster depletion of stored energy. The results of this study are expected to provide an overview of the performance of a UPS using a 3000 Watt power inverter and a 400 Ah battery under various loading conditions and to serve as an evaluation for the use of UPS as a backup power source.

Keywords: UPS, power inverter, 400 Ah battery, load variation, efficiency, backup.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Uninterruptible Power Supply (UPS).....	6
2.2 Batrai	9
2.3 Inverter	9
2.3.Spesifikasi Inverter.....	12
2.4 Sistem charging battery	14
2.5 Backup pengisian dari PLN.....	15
2.6 Beban.....	16
2.7 Penelitian Terdahulu.....	17
2.8 Kerangka Berfikir.....	34
BAB 3	36
METODE PENELITIAN	36
3.1 Flowchat Penelitian	36
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	38

3.3 Alat Dan Bahan Yang Digunakan	39
3.3.1 Alat.....	39
3.3.2 Peralatan.....	40
3.3 Skema Rangkaian.....	40
BAB 4	47
PEMBAHASAN DAN ANALISI PENEELITIAN	47
4. 1 Penyajian Data Penelitian.....	47
4.4.1 Data beban	47
4.4.2. Data system pengisian batrai	47
4.4.3 Data pengisian batrai	48
4.2 Perhitungan.....	50
4.2.1 perhitungan total beban.....	51
4.2.2 Perhitungan Data Inverter	51
4.2.3 Perhitungan waktu pengisian daya	52
4.2.4 Energi listrik (kWh) yang digunakan <i>charger</i> dari PLN.....	55
4.3.1 pembahasan pengisian daya.....	59
4.3.2 Pembahasan Beban Resistif Dan Induktif	61
4.3.3 Pembahasan kWh.....	62
4.3.4.Pembahasan Token PLN.....	64
BAB 5	67
Kesimpulan Daan Saran.....	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
Lampiran	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Inverter Kenikal.....	11
Gambar 3.1 Diagram Flowchat.....	31
Gambar 3.2 Lokasi Dan Tata Letak.....	32
Gambar 4.1 Diagram blok.....	68
Gambar 4.2 Diagram garis.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi inverter.....	13
Tabel 2.2 Beban yang digunakan	17
Tabel 2.3. Penelitian Terdahulu.....	35
Tabel 3.1 Bahan	40
Tabel 3.2 Alat.....	41
Tabel 3.3 Komponen dan fungsi rangka.....	42
Tabel 4.1 Data beban yang digunakan.....	48
Tabel 4.2 Arus baterai.....	48
Tabel 4.3 Pengisian baterai.....	49
Tabel 4.4 Data pengukuran beban resistif.....	50
Tabel 4.5 Data pengukuran beban induktif.....	51
Tabel 4.6 Jam pengisian baterai.....	60
Tabel 4.7 Pin, Pout Dan Efisiensi.....	62
Tabel 4.8 KWh PLN.....	63
Tabel 4.9 Token PLN.....	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan penting dalam menunjang berbagai aktivitas manusia, baik pada sektor rumah tangga, pendidikan, perkantoran, industri maupun fasilitas pelayanan lainnya. Ketergantungan terhadap energi listrik menyebabkan kontinuitas suplai listrik menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan. Gangguan atau pemadaman pada sumber listrik utama dapat menyebabkan peralatan listrik berhenti beroperasi dan mengganggu aktivitas pengguna. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menjaga kontinuitas suplai listrik ketika sumber utama mengalami gangguan adalah Uninterruptible Power Supply (UPS). UPS merupakan sistem penyedia daya listrik cadangan yang dirancang untuk mempertahankan suplai listrik kepada beban ketika sumber listrik utama mengalami gangguan atau pemadaman. Bolsi et al. (2023) menjelaskan bahwa UPS digunakan untuk menyediakan energi kepada beban kritis ketika terjadi gangguan sumber listrik, dengan baterai sebagai sumber energi selama sistem berada pada kondisi backup.

Pada sistem UPS, baterai dan inverter merupakan dua komponen utama yang memiliki peranan penting dalam proses penyediaan daya cadangan. Baterai berfungsi menyimpan energi listrik dalam bentuk energi DC, sedangkan inverter berfungsi mengubah energi DC dari baterai menjadi energi AC yang dapat digunakan untuk menyuplai beban. Galkin et al. (2021) menjelaskan bahwa sistem penyimpanan energi berbasis baterai membutuhkan konverter daya sebagai antarmuka antara baterai dengan sistem kelistrikan, sehingga karakteristik konverter seperti kemampuan pengaturan daya, tegangan, arus dan efisiensi menjadi aspek penting dalam pengoperasian sistem penyimpanan energi.

Power inverter merupakan bagian penting dalam sistem UPS karena menentukan kemampuan sistem dalam mengubah energi DC baterai menjadi energi

AC. Pada penelitian ini digunakan power inverter dengan kapasitas 3000 Watt. Kapasitas tersebut memungkinkan inverter digunakan untuk melayani berbagai tingkat beban selama masih berada dalam batas kemampuan nominal inverter. Namun, kemampuan nominal inverter tidak secara langsung menunjukkan efisiensi dan performa aktualnya pada setiap kondisi pembebanan. Prado et al. (2023) melakukan penelitian mengenai desain inverter UPS dengan beberapa teknik modulasi dan optimasi biaya serta efisiensi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa karakteristik desain dan teknik modulasi inverter berpengaruh terhadap kinerja dan efisiensi inverter UPS.

Kinerja inverter dapat berubah ketika terjadi perubahan besar daya yang disuplai kepada beban. Ketika daya beban meningkat, kebutuhan energi pada sisi AC juga meningkat sehingga inverter harus mengambil energi yang lebih besar dari baterai. Kondisi tersebut menyebabkan arus pada sisi DC dapat meningkat dan dapat memengaruhi rugi-rugi daya serta efisiensi inverter. Prado et al. (2023) menunjukkan bahwa efisiensi merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi inverter UPS karena rugi-rugi pada komponen daya berpengaruh terhadap kemampuan inverter dalam mengubah energi DC menjadi energi AC.

Selain inverter, baterai merupakan komponen yang sangat menentukan kemampuan UPS dalam menyediakan energi cadangan. Kapasitas baterai biasanya dinyatakan dalam satuan Ampere-hour (Ah). Pada penelitian ini digunakan baterai dengan kapasitas 400 Ah. Kapasitas 400 Ah menunjukkan kemampuan nominal baterai dalam menyediakan muatan listrik, tetapi kapasitas tersebut tidak dapat langsung digunakan untuk menentukan lama waktu backup tanpa mempertimbangkan tegangan baterai, kondisi pengosongan, karakteristik baterai, efisiensi inverter dan besarnya daya beban. Bolsi et al. (2023) menunjukkan bahwa waktu otonomi baterai UPS dipengaruhi oleh kondisi beban dan karakteristik baterai, serta dapat berubah ketika terjadi perubahan tingkat pembebanan selama proses discharge.

Pada sistem yang menggunakan baterai 400 Ah, besarnya energi yang tersedia juga dipengaruhi oleh tegangan sistem. Oleh karena itu, informasi

mengenai tegangan bank baterai perlu diperhatikan dalam menentukan energi nominal baterai. Berdasarkan rancangan penelitian, sistem perlu dilengkapi dengan informasi tegangan bank baterai, misalnya 12 V, 24 V atau 48 V, serta susunan seri-paralel baterai yang sesuai dengan kebutuhan DC inverter 3000 Watt. Dengan demikian, kapasitas 400 Ah tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya parameter untuk menentukan kemampuan backup, tetapi harus dianalisis bersama dengan tegangan baterai dan karakteristik pembebanan.

Besarnya beban merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap lama waktu backup UPS. Semakin besar daya yang digunakan oleh beban, semakin besar pula energi yang harus disediakan oleh baterai melalui inverter. Bolsi et al. (2023) menyatakan bahwa lama waktu baterai mampu menyuplai beban pada kondisi backup dapat berbeda-beda, mulai dari beberapa menit hingga beberapa jam, bergantung pada beban dan kapasitas baterai. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa perubahan beban dapat memengaruhi karakteristik discharge dan tegangan terminal baterai.

Selain besar daya beban, perubahan beban selama proses discharge juga dapat memengaruhi karakteristik baterai. Perubahan arus yang ditarik dari baterai akan memengaruhi kondisi tegangan terminal dan proses pengosongan baterai. Bolsi et al. (2023) menunjukkan bahwa metode estimasi battery autonomy pada UPS perlu mempertimbangkan perubahan beban, temperatur dan proses penuaan baterai karena faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi karakteristik discharge dan estimasi waktu otonomi baterai.

Sistem penyimpanan energi berbasis baterai juga tidak terlepas dari penggunaan konverter daya. Konverter berfungsi sebagai penghubung antara sistem baterai dengan sistem kelistrikan dan menentukan bagaimana energi dipindahkan dari satu sisi ke sisi lainnya. Galkin et al. (2021) menjelaskan bahwa berbagai jenis konverter daya digunakan pada sistem Battery Energy Storage System (BESS), termasuk konverter DC-DC dan DC-AC, dengan karakteristik efisiensi, tegangan dan arus yang menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan sistem konversi energi.

Efisiensi inverter menjadi salah satu parameter yang perlu dianalisis karena tidak seluruh energi DC yang berasal dari baterai dapat dikonversikan menjadi energi AC yang diterima oleh beban. Sebagian energi dapat hilang dalam bentuk rugi-rugi selama proses konversi energi pada inverter. Oleh karena itu, pengukuran daya input DC dan daya output AC diperlukan untuk mengetahui efisiensi inverter pada setiap tingkat pembebanan. Efisiensi inverter pada dasarnya ditentukan berdasarkan perbandingan antara daya AC keluaran dengan daya DC masukan inverter. Pengukuran daya pada sisi input dan output tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja inverter secara langsung pada kondisi pembebanan yang berbeda (Santos et al., 2023).

Selain waktu *backup*, kondisi *State of Charge* (SOC) dan *Depth of Discharge* (DOD) juga penting untuk diamati selama UPS beroperasi. SOC menunjukkan kondisi energi yang masih tersedia pada baterai, sedangkan DOD menunjukkan tingkat energi yang telah digunakan dari baterai. Bolsi et al. (2023) menggunakan pendekatan coulomb counting untuk memperoleh informasi SOC dan DOD serta menghubungkannya dengan karakteristik discharge baterai pada sistem UPS. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa perubahan kondisi baterai selama proses discharge dapat digunakan untuk memperkirakan sisa waktu otonomi baterai.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja UPS menggunakan power inverter 3000 Watt dengan kapasitas baterai 400 Ah berdasarkan variasi beban.

1. Menganalisis kinerja UPS menggunakan power inverter 3000 Watt dengan kapasitas baterai 400 Ah.
2. Menganalisis pengaruh variasi beban terhadap tegangan dan arus baterai.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem UPS yang digunakan menggunakan power inverter dengan kapasitas nominal 3000 Watt.
2. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 400 Ah.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk mempermudah pembahasan penelitian sehingga setiap bagian dapat dijelaskan secara sistematis.

BAB I PENDAHULUAN, membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan. Bab ini menjelaskan alasan dilakukannya penelitian mengenai kinerja UPS berbasis power inverter 3000 Watt dengan kapasitas baterai 400 Ah berdasarkan variasi beban.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA, membahas teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, meliputi UPS, prinsip kerja UPS, inverter, baterai, kapasitas baterai, tegangan, arus, daya, energi listrik, efisiensi inverter, waktu backup, karakteristik beban dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem UPS.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN, membahas metode penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan, spesifikasi sistem UPS, diagram blok sistem, variabel penelitian, prosedur pengujian, variasi beban, parameter pengukuran, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN, menyajikan hasil pengujian UPS menggunakan power inverter 3000 Watt dan baterai 400 Ah pada variasi beban. Data hasil pengukuran akan dianalisis untuk mengetahui perubahan tegangan, arus, daya, efisiensi, SOC/DOD dan waktu backup.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN, berisi kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan serta saran untuk pengembangan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Bolsi, P. C., Prado, E. O., Lima, A. C. C., Sartori, H. C., & Pinheiro, J. R. (2023). Battery autonomy estimation method applied to lead–acid batteries in uninterruptible power supplies. *Journal of Energy Storage*, 58, 106421.
- Mohan, N., Undeland, T. M., & Robbins, W. P. (2003). *Power Electronics: Converters, Applications, and Design* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Pasaribu, R. M., & Tharo, Z. (2023). Mekanisme Perencanaan PLTS Off-Grid untuk Daya 1300VA pada Rumah Tinggal. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 18(2), 52–58. <https://doi.org/10.30587/e-link.v18i2.612>
- Galkin, I. A., Blinov, A., Vorobyov, M., Bubovich, A., Saltanovs, R., & Pefitsits, D. (2021). Interface converters for residential battery energy storage systems: Practices, difficulties and prospects. *Energies*, 14(12), 3365.
- Pasaribu & Tharo (2023), “Mekanisme Perencanaan PLTS Off-Grid untuk Daya 1300VA pada Rumah Tinggal”, *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, Vol. 18 No. 2, hlm. 52–58.
- Santos, R., Rodrigues, M. V. M., De Oro Arenas, L., & Gonçalves, F. A. S. (2023). A Comprehensive Small-Signal Model Formulation and Analysis for the Quasi-Y Impedance-Source Inverter. *Energies*, 16(13), 4877
- Prado, E. O., Bolsi, P. C., Sartori, H. C., & Pinheiro, J. R. (2023). Design of uninterruptible power supply inverters for different modulation techniques using Pareto front for cost and efficiency optimization. *Energies*, 16(3), 1314. <https://doi.org/10.3390/en16031314>
- Al-Ezzi, A. S., & Ansari, M. N. M. (2022). Photovoltaic Solar Cells: A Review. *Applied System Innovation*, 5(4), 67. <https://doi.org/10.3390/asi5040067>.
- Alifi Ashofi, dkk. (2024). Desain Pembangunan Sumber Energi Listrik Skala Kecil Di Area Pegunungan. *SinarFe7*, 6(1), 103–110.
- Apriani, Y., Dipociala, D., Saleh, Z., & Oktaviani, W. (2023). Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 17(1), 44–51. <https://doi.org/10.23960/elc.v17n1.2420>.
- Fadli, R., dkk. (2024). Implementation of Solar PV Protection System in Indonesia: A Review. *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, 16(2), 93–98.
- Harahap, P., Rimbawati, & Siregar, C. A. (2024). Perancangan PLTS On-Grid Berbasis Micro Inverter 500 Watt. *RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi*.
- Hayusman, L. M., & Saputera, N. (2022). Studi Perencanaan Panel Kendali PLTS-PLN Berdasarkan Kapasitas Baterai Untuk PLTS Off-Grid. *Jurnal Sains Terapan*, 8(1), 35–44.

- Lubis, R. S., Haris, A., & Tarmizi. (2022). Perancangan Uninterruptible Power Supply (UPS) untuk Peningkatan Fleksibilitas Penggunaan dan Lebih Ekonomis dengan Inverter Kendali Pulse Width Modulation (PWM) Berbasis Mikrokontroler ATmega 328. *TEKNIK*, 43(1), 102–111. <https://doi.org/10.14710/teknik.v43i1.32736>.
- Lumanauw, G. R., Ramschie, A. A. S., & Bungkaes, F. A. (2025). Analisa Kebutuhan Baterai Dan Sistem Pengisian Dan Pengosongan Baterai Untuk Sistem Hybrid (PLTB & PLTS) Di Kawasan Pesisir Danau Tondano. *Jurnal Elektrik*, 4(1).
- Napitupulu, C., Rangga, M. A., Rizky, M., & Putra, N. T. (2025). Optimalisasi PLTS Atap On-Grid di Indonesia: Standarisasi Inverter, Kinerja Ekonomi, dan Monitoring Berbasis IoT. *JURITEK*, 5(2), 100–112. <https://doi.org/10.51903/juritek.v5i2.4374>.
- Nuryanto, L. E. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800 WP. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(3).
- Sahroni, H., & Arnita. (2023). Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Sistem Proteksi Over Charging Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Fakultas Teknik Industri, Universitas Bung Hatta*.
- Sadewo, D. N., Arifianto, T., Sunardi, S., Moonlight, L. S., & Wasito, B. (2022). Penggunaan Solar Tracker untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal pada Panel Surya. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 7(2), 43–47. <https://doi.org/10.52447/jkte.v7i2.6246>.
- Soetadji, & Khoirudin. (2024). Argumen Listrik Tenaga Surya (Photovoltaic) Perspektif Fikih Energi Terbarukan. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(1), 310–321.
- Yasin, dkk. (2023). Simulasi Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Panel Surya. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 87–92.