

**SKRIPSI**

**ANALISIS EFISIENSI INVERTER 5000 WATT PADA SISTEM  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN LISTRIK  
BERAGAM**



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

Oleh :

RIVANZA ARMANDA

132019167

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
2023**

**SKRIPSI**

**ANALISIS EFISIENSI INVERTER 5000 WATT PADA SISTEM  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN LISTRIK  
BERAGAM**



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

Oleh :

RIVANZA ARMANDA

132019167

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
2023**

SKRIPSI

ANALISIS EFISIENSI INVERTER 5000 WATT PADA SISTEM  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN LISTRIK  
BERAGAM



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana telah dipertahankan didepan  
dewan penguji 09 Agustus 2023 Dipersiapkan dan Disusun  
Oleh

Rivanza Armanda  
132019167

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1

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

Penguji 1

Wiwin A. Oktaviani, ST., M.sc  
NIDN: 0002107302

Pembimbing 2

Feby Ardianto, S.T., M.Cs  
NIDN: 0207038101

Penguji 2

Taufik Barlian, ST., M.Eng  
NIDN: 0218017202

Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik

  

Prof. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Romi, S.T., M.T., IPM, ASEAN, Eng  
NIDN: 0227077004

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

  

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, 09 Agustus 2023



Rivanza Armanda

## **MOTTO**

*Allah SWT tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya*

*(QS.Al-Baqarah; 286)*

*Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan*

*(QS. Al-Insyirah; 6)*

*Jangan pernah menyerah dan selalu berjuang demi apa yang kamu yakini*

*Gon Freecss (Hunter x Hunter)*

*Kamu hanya bisa tumbuh jika kamu terus bergerak maju*

*Erza Scarlet (Fairy Tail)*

*Tantangan Adalah Peluang Untuk Menuju Kesuksesan*

*(Penulis)*

## **PERSEMBAHAN**

- Alhamdulillah, puj syukur kepada ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, rezeki, kemudahan, dan pertolongan.
- Kedua orangtuaku yang tercinta dan tersayang Ayahanda (Amirrudin) dan Ibunda (Masnoni) yang senantiasa mendoakan, berjuang mencari nafkah demi membiayai kuliah serta mengharapkan keberhasilan dan cita-cita saya, serta adikku (Rivania Amanda) dan seluruh keluargaku yang selalu memberikan dukungan dan semangat sehingga dapat mengerjakan skripsi sampai saat ini.
- Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Dr. Bengawan Alfaresi S.T., M.T., IPM dan Pembimbing Skripsi II saya Bapak Feby Ardianto S.T., M.Cs. yang telah sangat sabar dan ikhlas dalam membimbing penulisan dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Kepada teman-teman Seperjuangan saya Donie Octarino, Harka Wanandi, Dolli Dermawan, Wahyu Dapuluh, Yoga Pratama, Albarkah Ramadhan, Jimi Dobiansa, Pandu Wicaksono, Nadia Octarina, Ricky Saputra dan teman-teman Basecamp Flying Bed yang saling mensupport satu sama lain serta teman yang selalu ada disaat saya membutuhkan bantuan.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS EFISIENSI INVERTER 5000 WATT PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN LISTRIK BERAGAM”** 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,

1. Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing 1
2. Feby Ardianto, S.T., M.Cs selaku Dosen Pembimbing 2

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 Prof Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Tim Laboratorium Teknik Elektro yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik moral maupun materil.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Palembang

9. Serta orang tua dan teman-teman tersayang dan semua pihak yang banyak membantu penyusunan skripsi ini.

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, 22 Juli 2023

Penulis,

Rivanza Armanda



## **ABSTRAK**

### **ANALISIS EFISIENSI INVERTER 5000 WATT PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN LISTRIK BERAGAM**

Inverter merupakan komponen penting dalam sistem PLTS. Inverter bertugas mengubah arus listrik DC (Direct Current) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus listrik AC (Alternating Current) yang dapat digunakan untuk keperluan listrik di rumah atau gedung. Tujuan penelitian ini ialah menganalisis efisiensi inverter dengan berbagai level beban seperti beban induktif dan resistif. Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yaitu pada pengukuran daya dan efisiensi inverter harus menggunakan perhitungan manual, serta beban listrik yang digunakan tidak cukup banyak hanya beban induktif dan resistif. Metode penelitian yang digunakan ialah metode pengukuran secara langsung menggunakan tang ampere dan multimeter digital pada input inverter yang terhubung ke baterai dan output inverter yang terhubung ke masing-masing beban induktif dan beban resistif yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan nilai efisiensi yang berbeda-beda, pada beban induktif menunjukkan efisiensi dari pompa air sebesar 64%, bor tangan sebesar 69% dan gerinda sebesar 71%. Sedangkan pada beban resistif menunjukkan efisiensi dari 5 buah lampu pijar yang dihidupkan bersamaan sebesar 86%.

Kata kunci: Inverter, Beban Induktif, Beban Resistif, Efisiensi

## ***ABSTRACT***

### **ANALISIS EFISIENSI INVERTER 5000 WATT PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN LISTRIK BERAGAM**

The inverter is an important component in the PLTS system. The inverter is in charge of converting the DC (Direct Current) electricity generated by solar panels into AC (Alternating Current) electricity that can be used for electricity purposes in a house or building. The purpose of this study is to analyze the efficiency of the inverter with various load levels such as inductive and resistive loads. This study has several problem limitations, namely the measurement of inverter power and efficiency must use manual calculations, and the electrical load used is not enough, only inductive and resistive loads. The research method used is a direct measurement method using amperage pliers and a digital multimeter at the inverter input connected to the battery and the inverter output connected to each inductive load and resistive load used. The results showed different efficiency values, the inductive load showed an efficiency of 64% water pump, 69% hand drill and 71% grinding. Meanwhile, the resistive load shows the efficiency of 5 incandescent lamps which are turned on simultaneously by 86%.

Keywords: Inverter, Inductive Load, Resistive Load, Efficiency.

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN .....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	15
1.1. Latar Belakang .....	15
1.2. Tujuan Penelitian.....	17
1.3. Batasan Masalah.....	17
1.4. Sistematika Penulisan .....	18
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	19
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	19
2.2. Komponen PLTS .....	20
2.3. Inverter.....	22
2.4. Prinsip Kerja Inverter .....	23
2.5. Jenis-jenis Inverter.....	23
2.5.1. Inverter Sine Wave Murni (Pure Sine Wave Inverter).....	24

2.5.2. Inverter Modifikasi Sine Wave (Modified Sine Wave Inverter) .....	26
2.5.3. Inverter Square Wave .....	28
2.5.4. Inverter Grid-Tied (Grid-Tied Inverter) .....	30
2.5.5. Inverter Off-Grid (Off-Grid Inverter) .....	31
2.5.6. Inverter Hibrida (Hybrid Inverter) .....	34
2.6. Transformator .....	36
2.7. Relay .....	37
2.8. IC (Integrated Circuit) .....	38
2.9. Beban Listrik .....	39
2.9.1. Beban resistif .....	39
2.9.2. Beban Induktif .....	40
2.9.3. Beban Kapasitif .....	41
2.10. Segitiga Daya .....	41
2.11. Rumus Perhitungan Pada Inverter .....	43
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>47</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	47
3.2. Alat dan Bahan .....	47
3.3. Diagram Flowchart .....	48
3.4. Metode Pengumpulan Data .....	49
3.5. Wiring Diagram .....	50
3.6. Cara Kerja Inverter .....	50
<b>BAB 4 DATA PENGUKURAN DAN ANALISIS .....</b>	<b>52</b>
4.1. Pengumpulan Data Pengukuran Inverter .....	52
4.1.1. Pengukuran Inverter Dengan Beban Resistif .....	53

4.1.2. Pengukuran Inverter Dengan Beban Induktif.....	54
4.2. Perhitungan Data Pengukuran.....	55
4.2.1. Perhitungan Daya Dengan Beban Resistif .....	55
4.2.2. Perhitungan Daya Dengan Beban Induktif.....	57
4.2.3. Perhitungan Efisiensi Inverter .....	59
4.3. Analisis Data Hasil Perhitungan.....	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	62
5.1. Kesimpulan .....	62
5.2. Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA .....	63
LAMPIRAN .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema PLTS.....	19
Gambar 2. 2 Panel Surya.....	20
Gambar 2. 3 Inverter .....	21
Gambar 2. 4 Solar Charger Controller .....	21
Gambar 2. 5 Baterai .....	22
Gambar 2. 6 Prinsip Kerja.....	23
Gambar 2. 7 Inverter Sine Wave Murni (Pure Sine Wave Inverter) .....	24
Gambar 2. 8 Inverter Modifikasi Sine Wave (Modified Sine Wave Inverter).....	27
Gambar 2. 9 Square Sine Wave.....	29
Gambar 2. 10 Transformator .....	37
Gambar 2. 11 Relay .....	38
Gambar 2. 12 IC (Integrated Circuit).....	39
Gambar 2. 13 Beban Resistif.....	39
Gambar 2. 14 Beban Induktif .....	40
Gambar 2. 15 Beban Kapasitas .....	41
Gambar 2. 16 Segitiga Daya.....	42
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	48
Gambar 3. 2 Wiring Diagram.....	50
Gambar 4. 1 Grafik Input Beban Resistif.....	56
Gambar 4. 2 Grafik Output Beban Resistif .....	56
Gambar 4. 3 Grafik Input Beban Induktif.....	58
Gambar 4. 4 Grafik Output Beban Induktif .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Bahan .....	47
Tabel 3. 2 Tabel Alat .....	47
Tabel 4. 1 Tabel Pengukuran Beban Resistif .....	53
Tabel 4. 2 Tabel Pengukuran Beban Induktif.....	54
Tabel 4. 3 Tabel Daya Beban Resistif .....	55
Tabel 4. 4 Tabel Daya Beban Induktif.....	57
Tabel 4. 5 Tabel Efisiensi Inverter .....	59

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Saat ini listrik telah menjadi kebutuhan pokok yang esensial. Walaupun sebagian besar pasokan listrik berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), tidak semua bagian Indonesia memiliki akses ke jaringan listrik. Sementara itu, permintaan akan listrik terus meningkat dari tahun ke tahun. Untuk mengatasi tantangan ini, berbagai usaha telah dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat, seperti pembangunan genset mandiri dengan berbagai sumber listrik yang berbeda. Salah satu solusi pembangkit listrik alternatif yang cocok dengan kondisi geografis Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sebagai negara tropis dengan sinar matahari sepanjang tahun di berbagai wilayahnya, Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan PLTS. Rata-rata potensi energi surya di Indonesia mencapai 4,8 kWh/m<sup>2</sup> atau setara dengan 112.999 GWp. Meskipun potensinya sangat besar, saat ini baru sekitar 16 MWp yang telah dimanfaatkan mewakili potensi sekitar 0,03%, menghasilkan total produksi sebesar 21,09 GWh. Contohnya, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki potensi teoritis sebesar 6.892 MW. (Hayati, 2021)

Pembangkit listrik menggunakan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Energi yang dihasilkan merupakan sarana untuk mengubah energi esensial menjadi energi baru yang ramah lingkungan. Bagian utama rangkanya berupa panel atau sel surya yang konon menghadap matahari, mampu mengubah energi panas radiasi matahari menjadi energi listrik DC. (Sulistiyowati & Fadholi, 2022)

Posisi geografis Indonesia yang terdiri dari banyak pulau dengan populasi yang tidak merata menjadi tantangan utama dalam meluaskan jaringan distribusi listrik ke seluruh daerah. Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di daerah terpencil yang terisolasi dari jaringan distribusi utama telah membawa perubahan besar bagi warga yang sebelumnya belum memiliki akses listrik.



Listrik yang dihasilkan dari PLTS yang ramah lingkungan juga telah berkontribusi pada perbaikan fasilitas pendidikan dan layanan kesehatan di wilayah tersebut. (Wirdanta & Marjuni, 2021)

Dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), inverter diperlukan untuk mengubah arus listrik DC yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus listrik AC yang digunakan untuk mengoperasikan perangkat yang membutuhkan daya AC. Terdapat beberapa jenis inverter yang digunakan dalam PLTS, bergantung pada konfigurasi PLTS yang digunakan. Ada dua konfigurasi PLTS yang umum digunakan, yakni PLTS off-grid dan PLTS terhubung ke jaringan. (Prayogo, Solihin, Rosyani, & Agus, 2022)

Analisis yang dilakukan mencakup sebuah Pengukuran daya input dan output inverter dapat membantu untuk mengetahui efisiensi inverter, dan kapasitas daya inverter yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan listrik di rumah. Pengukuran ini juga dapat membantu untuk mendeteksi masalah atau gangguan pada inverter.

Efisiensi inverter yang lebih tinggi menghasilkan penggunaan energi yang lebih efisien dan pemborosan energi yang lebih sedikit. Oleh karena itu, penting untuk memilih inverter yang secara efisien menghasilkan arus AC dari baterai penerima. Kinerja inverter yang baik juga dapat membantu memaksimalkan pendapatan sistem PLTS dengan mengurangi biaya operasional dan meningkatkan produktivitas.

Inverter merupakan bagian penting dalam sistem PLTS. Inverter bertugas untuk mengubah arus DC (arus searah) yang dihasilkan panel surya menjadi arus bolak-balik (alternating current) yang dapat digunakan untuk keperluan kelistrikan pada suatu rumah atau gedung. Inverter juga berperan penting dalam memaksimalkan kinerja sistem PLTS dan menjamin pembangkitan listrik yang optimal. Selain itu, pemilihan inverter yang tepat dengan performa yang baik juga dapat membantu menekan biaya operasional sistem PLTS dan meningkatkan efisiensi produksi. Oleh karena itu, penting untuk memilih inverter yang tepat serta memahami fitur dan spesifikasi inverter pada sistem PLTS untuk menjamin

kinerja dan pendapatan sistem PLTS yang optimal. Dengan ini, Penulis mengangkat judul tentang “ANALISIS EFISIENSI INVERTER 5000 WATT PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK BEBAN LISTRIK BERAGAM”.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dari analisis efisiensi inverter 5000 W pada PLTS untuk digunakan pada beban listrik beragam adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi sejauh mana inverter tersebut dapat mengkonversi daya DC (arus searah) dari baterai menjadi daya AC (arus bolak-balik) yang digunakan oleh berbagai jenis beban induktif dan resistif.
2. Menganalisis efisiensi inverter dengan berbagai level beban seperti beban induktif dan resistif, dalam beradaptasi dengan perubahan beban induktif dan resistif yang berbeda. hal ini penting untuk menentukan kualitas daya yang terpakai.

## **1.3. Batasan Masalah**

Analisis Inverter 5000 W pada PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) memiliki beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Pengukuran daya input dan output inverter: ada beberapa hal yang perlu diperhatikan terlebih dahulu, seperti tegangan masukan, arus masukan, tegangan keluaran, dan arus keluaran inverter.
2. Efisiensi: Efisiensi inverter mempengaruhi jumlah listrik yang dihasilkan dari baterai dan digunakan oleh peralatan listrik. Inverter yang tidak efisien dapat menyebabkan kerugian daya listrik yang signifikan.
3. Variasi Beban: Beban beragam meliputi berbagai beban induktif dan resistif, tetapi tidak mencakup semua jenis perangkat listrik yang ada.

## **1.4. Sistematika Penulisan**

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini membahas lebih dalam lagi tentang sebuah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) serta Inverter yang digunakan pada sistem PLTS.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bab ini membahas tentang sebuah diagram flowchart dan alat dan bahan yang digunakan pada PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas tentang hasil pengujian serta pengukuran daya input dan daya output inverter sekaligus efisiensi inverter dan menganalisis pengujian tersebut

### **BAB 5 PENUTUP**

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang dilakukan pada bab sebelumnya serta saran untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, R. W., & Hendarto, D. (Oktober 2018). Rancang Bangun Sistem Pengisian Daya Perangkat Gadget Berbasis Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Alternatif Di Fasilitas Umum. *Elektro*, Vol. 4, No. 2.
- Dewi, R., Malik, U., & Syahrol. (2018). Pembuatan Rangkaian Inverter Dari DC Ke AC. *Jurusan Fisika*.
- Dursun, E., & Siano, P. (2021). Inverter-Based Modeling and Energy Efficiency Analysis of Off-Grid Hybrid Power System In Distributed Generation. *Computers & Electrical Engineering*, Vol 96.
- Gradimi, N. (2020). A Single-Phase Transformer-Less Grid-Tied Inverter Based on Switched Capacitor for PV Application. *Journal of Control, Automation and Electrical Systems*, 257-270.
- Gunawan, D. C., & Jamaaluddin. (April 2020). Transformator Listrik.
- Gunawan, I., Akbar, T., & Anwar, K. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Tegangan Panel Surya (Solar Cell) Pada Lampu Penerang Jalan. *Jurnal Informatika dan Teknologi*, 70-79.
- Gunoto, P., & Sofyan, S. (2020). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar. *Sigma Teknika*, Vol 3 No.2, 96-106.
- Halim, L., & Sudjana, O. (2020). Perancangan Dan Implementasi Awal Solar Inverter Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid. *Jurnal Teknologi*.
- Harahap, R. A., & Susanti, E. (2022). Perancangan Plts 200 Wp Dengan Solar Tracker. *Sigma Teknika*, 323-332.
- Hayati, N. (2021, Januari). Aplikasi Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Abdimasku*, Vol 4, No. 01, 43-48.
- Kadir, N., & Syahwil, M. (2021). Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 26-35.
- Mahendra, L. S., Rusli, M. R., Habibi, M. N., & Adila, A. F. (2023). Analisa Pengaruh Kapasitor Bank dan Detuned Reactor Sebagai Perbaikan Faktor Daya Listrik 3 Fasa untuk Beban-beban Induktif. *Jurnal Arus ElektroIndonesia (JAEI)*, 6-12.
- Musleh, A. (Oktober 2018). Optimasi Koordinasi Relay Proteksi Menggunakan Dual Simplex Method. *Tugas Akhir*.
- Prabowo, L. A. (Juli 2019). "Analisis Pengaruh Kondisi Operasional Kapal Dan Operasi Generator Terhadap Beban Daya Listrik Di MV. DK-02". *Penelitian*.

- Prayogo, Solihin, Rosyani, & Agus. (2022). Analisis Efisiensi Inverter pada Grid-Connected 50 KWp Unpam Viktor. *Journal Of Computer System And Informatics (JOSYC)*, 348-355.
- Purwanto, B. H., Jatmiko, F. M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknik Elektro* , Vol.18 No. 01.
- Rizky, B. (2020). Penggunaan Arduino Uno Sebagai Alat Tracker Matahari Pada Plts 200 Wp Dengan Sistem Solar Charger. *Jurnal Sistem Control*, 20-29.
- Sarmidi, & Rahmat, S. I. (2019). Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Manajemen Dan Teknik*, Vol, 3 no. 1.
- Siburian, J. (Maret 2019). Karakteristik Transformator. *Jurnal Teknologi Energi UDA*, Volume VIII, Nomor 1.
- Sofian, & Prasetya, A. M. (2021). Implementasi Inverter Pure Sine Wave Untuk Pemanfaatan Energi Surya. *THETA OMEGA: Journal of Electrical Engineering, Computer, and Information Technology*.
- Sugito. (2022). Analisis Pengaruh Beban Terhadap Efisiensi Daya Pada Modified Sine Wave Inverter. *UNSADA*.
- Sulistiyowati, R., & Fadholi, A. (2022). Optimalisasi Panel Surya Untuk Skala Rumah Tangga. *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 11-19.
- Tambunan, H. B. (2020). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Taruno, D. L., Zamtinah, & Whardana, A. S. (September 2019). *Intalasi Listrik Industri*. Yogyakarta: UNY Press.
- Utami, S., & Saodah, S. (2019). Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Teknik Energi Elektrik*.
- Wibawa, A., Maharani, & Yazid. (2022). Instalasi Plts Hybrid Untuk Akuaponik Sengkaling. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 25--37.
- Wirdanta, J., & Marjuni, J. (2021). Optimasi Sosial-Ekonomi pada Pemanfaatan PLTS PV untuk Energi Berkelanjutan di Indonesia. *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, Vol 2, No 2, 74-83.
- Zabihi, S. (2021). Grid Forming Inverter Modeling, Control, and Applications. *IEEE Power & Energy Society Section*, 114781 - 114807.