

SKRIPSI
**ANALISIS RANCANG BANGUN INVERTER *PSW* (*PURE SINE*
WAVE) 1000WATT UNTUK PEMANFAATAN TANAMAN
HIDROPONIK**



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

**Disusun Oleh:
SASA SANTOSA CANDRA
132018138**

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

2022

SKRIPSI

ANALISIS RANCANG BANGUN INVERTER *PSW (PURE SINE WAVE)* 1000WATT UNTUK PEMANFAATAN TANAMAN HIDROPONIK



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan
11 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:
SASA SANTOSA CANDRA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

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

Penguji 1

Sofiah, S.T., M.T.
NIDN: 0209047302

Pembimbing 2

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN: 0212056402

Penguji 2

Erliza Yuniarti, S.T., M.Eng
NIDN: 0230066901

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN: 022707004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro

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

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saaya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diiacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar Pustaka.

Palembang, 15 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan,



Sasa Santosa Candra

MOTTO

Jika kamu jujur, maka kamu akan bertahan. Namun, jika kamu berbohong maka kamu akan musnah selamanya

“Khalid Bin Walid”

Jika kau yakin dengan pilihanmu lakukan yang terbaik

“Sasa Santosa Candra”

Jika saya mencoba yang terbaik dan gagal, setidaknya saya telah melakukan yang terbaik

“Steve Jobs”

Jika Anda mengenal musuh dan mengenal diri Anda sendiri, Anda tidak perlu takut akan hasil dari ratusan pertempuran.

“Sun Tzu”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kepada Allah SWT akhirnya penulis selesai merampungkan skripsi yang berjudul “**RANCANG BANGUN INVERTER PSW (PURE SINE WAVE) 1000 WATT UNTUK PEMANFAATAN TANAMAN HIDROPONIK**”. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita pada dunia yang cerah dan penuh ilmu karunia Allah SWT.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bimbingan dan arahan dan nasehat yang sangat bernilai. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yosi Apriani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1
2. Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak yang berperan dalam membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Tim Laboratorium Teknik Elektro yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik moril maupun materil.

7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Palembang
8. Serta orang tua dan teman-teman tersayang dan semua pihak yang banyak membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis juga meminta maaf kepada pembaca apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan baik dari segi penulisan maupun dari segi penyusunannya, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT. Semoga semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Semoga Allah SWT. Membalas semua budi baik yang telah kalian berikan untuk menyelesaikan skripsi ini, dan semoga semua amal ibadahnya diterima dan dilapangkan rezeki yang berlimpah, Aamiin.

Palembang, 13 Juli 2020

Penulis



Sasa Santosa Candra

ABSTRAK

Inverter merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengubah arus DC (*Direct Current*) dari aki menjadi arus AC (*Alternting Current*) dengan tegangan yang dihasilkan adalah 220 volt, dengan sumber tegangan berupa baterai/accumalator, solar cell panel, aki kering dan sumber tegangan DC lainnya. Inverter ini digunakan untuk pemanfaatan tanaman hidroponik. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun inverter 1000 watt untuk dapat mengkonversi arus DC menjadi arus AC yang dapat menghasilkan gelombang PSW (*pure sine wave*) dengan tegangan baterai yang dihasilkan oleh panel surya serta menghitung dan menganalisa hasil perancangan sebelum di rangkai pada PLTS hidroponik. Hasil dari penelitian ini didapat inverter dengan tegangan output 220 Volt AC seperti tegangan yang dihasilkan oleh listrik PLN dan gelombang keluaran yang dihasilkan inverter berupa (*Pure Sine Wave*) dengan noise yang tinggi. Tegangan pada transformator tidak berbanding lurus dengan beban dikarenakan perbedaan faktor daya yang terjadi pada setiap beban, tegangan Aki/baterai akan terus menurun berbanding lurus dengan besarnya beban.

Kata kunci: *Solar Cell*, Inverter dan Tanaman Hidroponik

ABSTRACT

Inverter is a device used to convert DC current (Direct Current) from the battery into AC current (Alternating Current) with the resulting voltage is 220 volts, with a voltage source in the form of a battery/accumulator, solar cell panel, dry battery and other DC voltage sources. This inverter is used for the utilization of hydroponic plants. The purpose of this study is to design a 1000Watt inverter to be able to convert DC current to AC current that can produce PSW (pure sine wave) waves with battery voltage generated by solar panels and calculate and analyze the design results before being assembled on hydroponic PLTS. The results of this study obtained an inverter with an output voltage of 220 Volts AC such as the voltage generated by PLN electricity and the output wave generated by the inverter in the form of (Pure Sine Wave) with high noise. The voltage on the transformer is not directly proportional to the load due to the difference in power factor that occurs at each load, the battery/battery voltage will continue to decrease in direct proportion to the magnitude of the load.

Keywords: Solar Cell, Inverter and Hydroponic Plants

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
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 DAFTAR PUSTAKA.....	4
2.1. PLTS.....	4
2.1.1. PLTS Tipe <i>On-grid</i>	5
2.1.2. PLTS Tipe <i>Off-grid</i>	6
2.1.3. PLTS Tipe Hibrid	7
2.2. Inverter.....	8
2.2.1. Prinsip Kerja Inverter	8
2.2.2. <i>Square Wave</i>	9
2.2.3. <i>Modified Sine Wave</i>	9
2.2.4. <i>Pure Sine Wave</i>	10
2.2.5. <i>Inverter Multilevel</i>	11
2.2.6. <i>True Sine Wave</i>	11
2.2.7. <i>Grid Tie Inverter</i>	11
2.3. <i>Solar Cell</i>	12
2.3.2. Monokristal (<i>mono-crystalline</i>)	14
2.3.3. Polikristal (<i>Poly-Crystalline</i>).....	15
2.3.4. <i>Thin Film Photovoltaic</i>	15

2.4. <i>Solar Charger Controller</i>	16
2.4.1. PWM.....	17
2.4.2. MPPT	17
2.5. Transformator	18
2.6. Baterai	19
2.6.2. Baterai Basah.....	20
2.6.3. Baterai Kering.....	21
2.7. <i>Relay</i>	22
2.8. IC (<i>Integrated Circuit</i>).....	22
2.9. MOSFET (<i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>)	23
2.10. Topologi pensaklaran.....	25
2.11. Beban Listrik	26
2.11.1. Beban resistif	26
2.11.2. Beban induktif	27
2.11.3. Beban Kapasitif	28
BAB 3 METODE PENELITIAN	29
3.1. Waktu dan tempat.....	29
3.2. Metode Pengambilan Data	29
3.3. Alat dan Bahan.....	29
3.4. Aplikasi Perancangan	30
3.6. Tahapan Pembuatan Inverter.....	32
3.7. Prinsip Kerja Rangkaian.....	32
3.8. Tahapan Pengujian	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Langkah Pengujian	33
4.2. Hasil Perancangan Proteus	33
4.3. Analisa dan Pengujian Dengan Beban	35
4.3.1. Perhitungan Daya Inverter Beban Resistif.....	35
4.3.2. Perhitungan Inverter Beban Induktif	38
4.4. Pengujian Gelombang Keluaran	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45

LAMPIRAN.....	49
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja Panel Surya	4
Gambar 2. 2 PLTS <i>tipe on-grid</i>	5
Gambar 2. 3 PLTS <i>tipe off-grid</i>	7
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Inverter	8
Gambar 2. 5 Gelombang <i>Square Sine Wave</i>	9
Gambar 2. 6 Gelombang <i>Modified Sine Wave</i>	10
Gambar 2. 7 Gelombang <i>Pure Sine Wave</i>	10
Gambar 2. 8 Panel Surya.....	12
Gambar 2. 9 Panel monokristal.....	14
Gambar 2. 10 Panel polikristal.....	15
Gambar 2. 11 <i>Thin Film Photovoltaic</i>	16
Gambar 2. 12 <i>Solar Charger Controller</i>	17
Gambar 2. 14 Transformator.....	19
Gambar 2. 16 Baterai basah	21
Gambar 2. 17 Baterai Kering	21
Gambar 2. 18 <i>Relay</i>	22
Gambar 2. 19 <i>Integrated Circuit (IC)</i>	23
Gambar 2. 20 MOSFET	24
Gambar 2. 21 Prinsip kerja MOSFET tipe NPN.....	24
Gambar 2. 22 Prinsip kerja tipe PNP	25
Gambar 2. 23 Topologi <i>H-Bridge</i>	25
Gambar 2. 24 Diagram beban resistif	26
Gambar 2. 25 Diagram beban induktif.....	27
Gambar 2. 26 Diagram beban kapasitif.....	28
Gambar 3. 1 Aplikasi Proteus	30
Gambar 3. 2 Diagram alir.....	31
Gambar 3.4 Blog diagram rangkaian inverter.....	33
Gambar 4.1 Inverter 1000 Watt	33
Gambar 4.2 Skematik Rangkaian Inverter 1000Watt	34
Gambar 4.3 Skematika rangkaian <i>low voltage disconnect</i>	34
Gambar 4. 5 Gambar Statistik Beban Resistif Masukkan.....	37
Gambar 4.6 Statistika Beban Resistif Keluaran	37
Gambar 4.7 Gambar statistik beban Induktif Baterai.....	39
Gambar 4.8 Gambar Statistik beban Induktif Transformator	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Efisiensi Modul panel surya	13
Tabel 3. 1 Tabel Bahan	29
Tabel 3. 2 Tabel Alat.....	30
Tabel 4. 1 Tabel beban Resistif.....	36
Tabel 4. 2 Tabel Beban Induktif	38

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, daerah perkotaan mulai kehilangan lahan untuk ditanami saat ini. Hal ini karena pembangunan gedung perkantoran menjadi fokus utama banyak kota. Penemuan hidroponik sebagai media tanam baru menjadi solusi untuk permasalahan ini. Metode penanaman yang tidak memerlukan lahan yang luas dikenal dengan istilah hidroponik. Hidroponik adalah cara menanam tanaman di air yang telah diperkaya dengan nutrisi. Karena tidak menggunakan pestisida atau herbisida berbahaya, lebih baik bagi lingkungan. (Mulasari, 3 Desember 2018)

Merujuk pada perkembangan ilmu dan teknologi elektro yang sangat maju saat ini, sistem hidroponik perlu dimodifikasi untuk lebih sempurna. Karena sistem hidroponik tidak dapat dipisahkan dari air, kontrol sirkulasi air otomatis menggunakan energi matahari telah tercapai. Energi surya digunakan sebagai solusi energi alternatif atau terbarukan karena melimpah dan mudah digunakan sehingga menghilangkan kebutuhan listrik dari PLN. (panggabean, Setyawan, & Alam, Mei 2017)

Pada sistem hidroponik tersebut terdapat sebuah komponen yang dibutuhkan dalam penyaluran arus tahanan listrik yang nantinya berfungsi sebagai penyalur energi untuk menggerakkan pompa air pada hidroponik, komponen tersebut ialah inverter. Inverter adalah suatu alat elektronik yang mampu mengubah arus listrik dari Arus Searah (Direct Current) menjadi Arus Bolak-balik (Alternating Current) dengan tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan tergantung dari desain rangkaian. pengaplikasiannya seperti charger baterai, uninterruptible power supply (UPS) untuk jaringan listrik dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang mudah ditemukan. (Oktavioni, Luqman, & Siswoko, Mei 2021)

Terdapat beberapa penelitian tentang inverter seperti penelitian yang dilakukan oleh (Sukamto, Refaldi, Rachmatullah, & Apriani, Januari 2021) yang berjudul

“Pemanfaatan Inverter Bekapasitas 1000Watt Berbasis *Solar Cell* Pada Aplikasi Motor *Alternating Current* (AC)”. Hasil dari penelitian tersebut menghasilkan sebuah inverter dengan gelombang *Pure Sine Wave* dan inverter dengan Tegangan AC 220V seperti yang dihasilkan oleh listrik PLN. Namun tegangan baterai akan terus turun karena berbanding lurus dengan besarnya beban, sehingga menyebabkan baterai cepat rusak jika melebihi batas bawah tegangan baterai.

Penelitian yang dilakukan oleh (Handani, Tharo, Anisah, & Lubis, 2020) dengan judul “Rancang Bangun Inverter Gelombang Sinus Termodifikasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Rumah Tinggal”. Hasil dari penelitian telah dibuat sebuah inverter yang dapat beroperasi dan menghasilkan gelombang yang mendekati sinus dengan frekuensi 50,6 Hz dengan sedikit cacat pada sisi negative sehingga memerlukan penyempurnaan rangkaian.

Penelitian yang dilakukan oleh (Isnain, Facta, & Kartono, Maret 2015) dengan judul “Analisis Kerja Inverter Jembatan Penuh dengan Rangkaian Pasif LC Beban Pararel”. Hasil dari inverter ini dibuat sebuah inverter jembatan penuh frekuensi tinggi dengan rangkaian LC (induktif dan kapasitif) beban pararel yang dioperasikan pada frekuensi resonansinya 35kHz, *duty cycle* 90% dengan tegangan masukan 35,35 Volt DC alat ini hanya mampu menghasilkan sebuah tegangan keluaran sebesar 186,3 Volt AC.

Berdasarkan dari beberapa penelitian sebelumnya penulis mengangkat penelitian berupa “Rancang Bangun Inverter *PSW* (*Pure Sine Wave*) 1000 Watt Untuk Pemanfaatan Tanaman Hidroponik” penelitian ini membahas tentang merancang bangun sebuah inverter dengan keluaran yang mencapai 243 Volt AC dengan trafo *step up* 10 Ampere, menghasilkan sebuah gelombang sinus murni dan di lengkapi dengan *LVD* (*Low Voltage Disconnect*) yang berfungsi sebagai pengaman baterai ketika tegangan baterai turun mencapai batas yang telah ditentukan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis rancang bangun inverter 1000 watt *PSW* (*pure sine wave*) untuk kebutuhan rangkaian pada sistem PLTS hidroponik.

1.3. Batasan masalah

Pembatasan masalah penelitian ini terjadi pada saat perancangan inverter dan pembebanan inverter, apakah tegangan maupun arus yang dihasilkan sama dengan yang dihasilkan oleh listrik PLN sehingga pada saat diberi beban inverter dapat bekerja sesuai apa yang di inginkan.

1.4. Sistematika Penulisan

Dalam proses penulisan karya ini disusun secara sistematis, yang terdiri dari bagian-bagian yang berhubungan agar lebih mudah dipahami, dengan rincian sebagai berikut:

BAB 1 – PENDAHULUAN

Bab ini memuat antara lain latar belakang masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 – TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan mengenai perakitan inverter dan komponen elektronika yang bersangkutan dengan inverter yang akan di rakit.

BAB 3 – METODE PENELITIAN

Bab ini membahas secara rinci cara pengerjaan skripsi dengan menggunakan metode yaitu dengan dan tanpa beban, waktu dan tempat, serta bahan dan alat yang akan diteliti.

BAB 4 – DATA DAN ANALISIS

Bab ini merupakan lanjutan dari Bab 3 dan menyajikan inti dari pembahasan skripsi, yaitu melakukan pengujian dan memperoleh data besaran listrik yang dihasilkan oleh panel surya.

BAB 5 – KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan yang diperoleh dari temuan penelitian dan memberikan saran berdasarkan temuan terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Febrianti, I. K. (Januari – Juni 2017). ANALISA PENURUNAN FAKTOR KERJA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA. *Jurnal Ampere*, Volume 2, Nomor 1.
- Arismunandar, R. W., & Hendarto, D. (Oktober 2017). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN DAYA PERANGKAT GADGET BERBASIS PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER LISTRIK ALTERNATIF DI FASILITAS UMUM*, Vol. 4, No. 2.
- Bangun, B. D. (2017). *Rancang Bangun Inverter Sinus Murni DC ke AC Berdaya Rendah Berbasi Mikrokontroler ATMEGA328*.
- Barlianto, A. K., Setiabudi, D. H., & Lim, R. (2021). *Sistem Monitoring Solar Charge Controller Menggunakan Raspberry Pi 3 Secara Mobile*.
- Desiwantiyani, N. (2018). *Rancang Bangun Inverter SPWM*.
- Diantari, A. R., Erlina, & Widyastuti, C. (Desember 2017). STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, VOL. 9 NO. 2.
- Djupri, I. A. (Desember 2022). *Transformator*. Yogyakarta: Budi Utama.
- Enny. (Juni 2016). Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching dengan Menggunakan Topologi Half Bridge Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog. *METANA*, Vol. 12(1):1-8.
- Gunawan, D. C., & Jamaaluddin. (April 2020). Transformator Listrik.
- Handani, Tharo, Z., Anisah, S., & Lubis, S. A. (2020). RANCANG BANGUN INVERTER GELOMBANG SINUS TERMODIFIKASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK RUMAH TINGGAL. *SEMNASTEK UISU*.
- Hani, S., Santoso, G., Subandi, & Nugruho, I. A. (Desember 2021). Analisa Penggunaan Boots Converter Terhadap Daya Output Panel Surya Pada Warning Light. *Jurnal Elektrikal*, Volume 8 No. 2.
- Harahap, P. (Januari 2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 2, No. 2.
- Harjunowibowo, D. (April 2010). MODEL PANEL SURYA CERDAS DENGAN SENSOR PELACAK CAHAYA MATAHARI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER. *Berkala Fisika* , Vol 13. , No.2.

- Haryanto, T., Charles, H., & Pranoto, H. (1 Februari 2021). *Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch* .
- Isnain, T. M., Facta, M., & Kartono. (Maret 2015). ANALISIS KERJA INVERTER JEMBATAN PENUH DENGAN RANGKAIAN PASIF LC BEBAN PARALEL. *TRANSIENT*, VOL. 4, NO. 1.
- Latasya, Z., Sara, I. D., & Syahrizal. (2019). Analisis Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-grid Terpusat Dusun Ketubong Tunong Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, Vol.4 No.2.
- Majaw, T., Deka, R., Roy, S., & Goswami, B. (February 2018). Solar Charge Controllers using MPPT and PWM : Sebuah Tinjauan. *Jurnal ADBU Teknik Elektro dan Elektronika (AJEEE)*, Jilid 2, Edisi 1.
- Mulasari, M. A. (3 Desember 2018). Jurnal pemberdayaan. *PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA (PENANAM HIDROPONIK MENGGUNAKAN MEDIA TANAM) BAGI MASYARAKAT SOSROWIJAYAN YOGYAKARTA*, Vol. 2.
- Musleh, A. (Oktober 2018). OPTIMASI KOORDINASI RELAY PROTEKSI MENGGUNAKAN DUAL SIMPLEX METHOD. *TUGAS AKHIR*.
- Muslim, S., Khotimah, K., & Azhiimiah, A. N. (Januari 2020). Analisa Krisis Terhadap Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Tipe Photovoltaic (PV) Sebagai Energi Alternatif Masa Depan. *Rang Teknik Journal*, Vol. 3 No.1 .
- Nasution, M. (Februari 2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik . *Journal of Electrical Technology*, Vol. 6, No.1.
- Oktavioni, T., Luqman, M., & Siswoko. (Mei 2021). *Rancang Bangun Driver Inverter Menggunakan Transistor BJT dengan Kontrol EGS002*.
- Pahlevi, M. A. (September 2020). PROTOTIPE BATERAI BERBASIS KARBON AKTIF DARI BAMBUI BETUNG (TINJAUAN PENGARUH KARBON AKTIF DAN ELEKTROLIT DALAM MENINGKATKAN DAYA BATERAI). *Penelitian*.
- panggabean, S. Y., Setyawan, F. A., & Alam, S. (Mei 2017). Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro. *Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Menggunakan Teknik High Voltage*, Volume 11.
- Pawitra, A., Kumara, I., & Ariastina, W. (Juli - Desember 2020). Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 19, No. 2.
- Permata, E., & Lestari, I. (2020). MAINTENANCE PREVENTIVE PADA TRANSFORMATOR STEP-DOWN AV05 DENGAN KAPASITAS

- 150KV DI PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*, Vol. 3, No.1.
- Prabowo, L. A. (Juli 2019). “ANALISIS PENGARUH KONDISI OPERASIONAL KAPAL DAN OPERASI GENERATOR TERHADAP BEBAN DAYA LISTRIK DI MV. DK-02”. *Penelitian*.
- Pratama, A., Notosudjon, D., & Rodiah, A. (n.d.). *PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER*.
- 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.
- Putri, D. A., & Royhan, M. (2020). Perancangan Cooling System Untuk Box VSAT (Very Small Aperture Terminal) Menggunakan Arduino Uno. *informatika dan telekomunikasi*, vol 2 no 2.
- Rifma, N. I. (Juni 2018). DESAIN DAN IMPLEMENTASI. *TUGAS AKHIR*.
- Sarmidi, & Rahmat, S. I. (2019). SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO UNO. *JURNAL MANAJEMEN DAN TEKNIK*, Vol, 3 no. 1.
- Satria, H., & Syafii. (Agustus 2018). Sistem Monitoring Online dan Analisa Performansi PLTS Rooftop Terhubung ke Grid PLN. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 14, No. 2.
- Setiadi, H. (September 2021). Perbandingan Buck-boosts Konverter dengan Maksimum Power Point Traker (MPPT) pada Solar Charger Controller (Studi Kasus PLTS Pematang Johar)).
- Siburian, J. (Maret 2019). KARAKTERISTIK TRANSFORMATOR. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA*, Volume VIII, Nomor 1.
- Sukanto, R., Refaldi, Rachmatullah, M. A., & Apriani, N. D. (Januari 2021). PEMANFAATAN INVERTER BERKAPASITAS 1000 WATT BERBASIS SOLAR CELL PADA APLIKASI MOTOR ALTERNATING CURRENT (AC). *PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA*.
- Syahputra, R., Yusmartato, Nasution, R., & Yusniati. (Juni 2020). Pengoperasian Transformator Dengan Menggunakan . *Journal of Electrical Technology*, Vol. 5, No.2.
- Taruno, D. L., Zamtinah, & Whardana, A. S. (September 2019). *Intalasi Listrik Industri*. Yogyakarta: UNY Press.
- Turahyo, & Noviarianto. (21 Desember 2018). *REGULATOR TEGANGAN MENGGUNAKAN INVERTER SATU FASA BERBASIS DIRECT DIGITAL SYNTHESIS DENGAN PENGENDALI PI DAN PWM* , p-31.

Utami, S. S., Faridah, Perdamaian, L. G., & Budiarto, R. (November 2021). *Menuju Bangunan Zero Energy di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univercity Press .

Yosi, A., & Barlian, T. (September 2018). INVERTER BERBASIS ACCUMULATOR SEBAGAI ALTERNATIF PENGHEMAT DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA. *Jurnal Surya Energy*, Vol. 3 No. 1.