

Desain DC-AC *Inverter* Untuk PLTS Mandiri 2000 Watt



SKRIPSI

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

Oleh :

INDRO TRIADMOJO

NIM : 132016119

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020**

SKRIPSI
DESAIN DC-AC INVERTER UNTUK PLTS MANDIRI 2000 WATT



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada 13 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
INDRO TRIADMOJO

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.
NIDN : 0212056402

Penguji 1

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

Pembimbing 2

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

Penguji 2

Ir. Muhar Danus, M.T
NIDN: 0210105601

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kas. Ahmad Roni, M.T.
NIDN : 0227077004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro

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

PERYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu 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, 10 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



Indro Triadmojo



MOTTO

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”*

(QS : Al-Insyirah :5-6)

*“Tujuan dari pendidikan itu untuk mempertajam Kecerdasan,
Memperkukuh Kemauan,serta memperhalus persaaan.”*

(Tan Malaka)

*“Semakin aku banyak membaca,
Semakin aku banyak berpikir,
Semakin aku banyak belajar,
Semakin aku sadar bahwa aku tidak mengetahui apapun.”*

(Voltaire)

*“Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun,kaarena yang menyukaimu
tidak butuh itu.dan yang membencimu tidak percaya itu.”*

(Ali Bin Abi Thalib)

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini guna memenuhi syarat gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Adapun judul skripsi ini adalah “**Desain DC-AC Inverter Untuk PLTS Mandiri 2000 Watt**” Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, arahan, dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu, pada kesempatan ini dan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. ALLAH SUBHANAHU WA TA'ALA
2. Ke dua Orang Tua Saya , yang selalu bedoa dan berjuang untuk anaknya
3. Bapak Ir. Zulkiffli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1
4. Yosi Apriani,S.T,M.T. Selaku Dosen pembimbing 2

Ucapan terimakasih kepada pihak yang berperan dalam membantu penyelesaian skripsi, yaitu :

1. Bapak **Dr. Abid Dzajuli, 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 Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak **Feby Ardianto, M.Cs** Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Elektro dan seluruh Staff Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Kepada Kedua Orang Tuaku Bapakku Sugeng dan mamaku lailawati yang sangat aku cintai dan sangat aku sayangi, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan Doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik dan lebih maju.
7. Kepada Saudara laki-laki ku (Imam Wahid Saputra dan Iksandi Setiawan). Dan Saudari Perempuan ku (Indah Setia Wati) selalu mendoakan dan tak kenal lelah memberiku doa dan dukungan baik moril maupun materil.
8. Team *Sarwan Renewable Energy Photovoltaic Power System* (Aji,Chandra,Bayu,ali,wahyu,miko,fanny,micho,yoga,wahyu,rian,doni,eza ,randi,tami,dimas)yang selalu bersama menghibur dan bersemangat dikampus bimbingan dan dilapangan.
9. Kepada Teman-teman satu angkatan 2016 dan Teman Kost yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.

Tiada lain harapan penulis semoga Allah SWT membalas segala niat baik pada semua pihak yang tersebut diatas.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun, demi kebaikan penulisan yang akan datang. Dan juga penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi Perkembangan Ilmu dan teknologi, khususnya di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 10 Agustus 2020

Penulis

ABSTRAK

Desain DC-AC *Inverter* Untuk PLTS Mandiri 2000 Watt

Indro Triadmojo*

Email:Indrotriadmojo08@gmail.com

Telah dilakukan desain pembuatan dan pengujian karakteristik inverter berdaya 2000 Watt Untuk PLTS mandiri, inverter berperan mengubah energi listrik DC menjadi AC dan telah dilakukan pengujian dalam dua tahap yaitu pengujian tanpa beban dan beberapa pengujian berbeban seperti motor AC 1.1 Kw dan lampu pijar 385 Watt yang terhubung paralel dengan panel yang terhubung paralel, Beban Motor AC 135 Watt terhubung paralel dan Lampu Pijar 656 Watt terhubung rangkaian seri dan paralel dengan panel yang terhubung paralel dan beban motor pompa AC 65 Watt. Hasil pengujian menunjukkan perbandingan arus dan tegangan tertiggi dan terendah dari input inverter.

Kata kunci : *Inverter, Energi Surya, PLTS Off-Grid, Renewable Energy*

ABSTRAK

Desain DC-AC Inverter Untuk PLTS Mandiri 2000 Watt

Indro Triadmojo*

[Email:Indrotriadmojo08@gmail.com](mailto:Indrotriadmojo08@gmail.com)

The design of the manufacture and testing of the characteristics of a 2000 Watt power inverter has been carried out. For PV mini-grid, the inverter plays a role in converting DC electrical energy to AC and has been tested in two stages, namely no-load testing and several loaded tests such as a 1.1 Kw AC motor and a connected 385 Watt incandescent lamp. parallel with panels connected parallel, 135 Watt AC Motor Load connected parallel and 656 Watt Incandescent Lamps connected in series and parallel with parallel connected panels and 65 Watt AC pump motor load. The test results show the ratio of the highest and lowest current and voltage from the inverter input.

Keywords: Inverters, Solar Energy, PLTS Off-Grid, Renewable Energy

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1. Tujuan Penelitian.....	3
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	5
2.1.1 PLTS Off-Grid.....	5
2.1.2 PLTS On-Grid.....	6
2.2 PhotoVoltaic	7
2.2.1 Mono-crystalline.....	7
2.2.2 Poly-crystalline	8
2.3 Parameter Keluaran PhotoVoltaic	9
2.3.1 Arus Short Circuit (<i>I_{sc}</i>).....	9
2.3.2 Tegangan Open Circuit (<i>V_{oc}</i>).....	9
2.3.3 Maximum Power Point(MPP)	10
2.3.4 Fill Factor.....	10
2.4 Batere/Aki	11
2.4.1 Batere VLA (Vented Lead Acid).....	12

2.4.2 Batere VRLA (Valve Regulated Lead Acid).....	13
2.4.3	13
2.5 Solar Charge Controller (Regulator).....	14
2.6 Inverter	14
2.6.1 Prinsip Kerja <i>Inverter</i>	16
2.6.2 Gelombang <i>Inverter</i>	16
2.6.3 Komponen-Komponen Inverter	17
2.7 Beban listrik	21
2.7.1 . Beban Induktif	22
2.7.2 . Beban Kapasitif.....	22
BAB 3 METODE PEMBAHASAN	23
3.1 Prosedur Pembahasan	23
3.2 Jadwal Kegiatan	23
3.3 Diagram Fishbone	23
3.4 Diagram Ragkaian	25
3.4.1 Keterangan gambar rangkaian	25
3.4.2 Prinsip Kerja Rangkaian	25
3.5 Alat dan Bahan Kerja	27
3.6 Gambar Penelitian	28
3.6.1 Bahan	28
3.6.2 Alat.....	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Data Alat.....	41
4.1.1 Data PhotoVoltaic	41
4.1.2 Data Batere	42
4.1.3 DataInverter	42
4.1.4 Data Solar Charger Controller	43
4.2 Data Pengukuran	43
4.2.1 Data Pengukuran 1	43
4.2.2 Data Pengukuran 2	45
4.2.3 Data Pengukuran 3	48
4.2.4 Data Pengukuran 4.....	50

4.2.5 Data Pengukuran 5	52
4.3 Data Analisa	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram blok PLTS off-grid.....	4
Gambar 2. 2 Diagram Blok PLTS On-Grid	5
Gambar 2. 3 Mono-crystalline silicon.....	6
Gambar 2. 4 Poly-crystalline silicon.....	7
Gambar 2. 5 Kurva I-V solar cell yang menunjukkan arus short circuit	7
Gambar 2. 6 Kurva I-V solar cell yang menunjukkan tegangan opencircuit.....	8
Gambar 2. 7 Batere	10
Gambar 2. 8 Batere jenis VLA.....	10
Gambar 2. 9 Batere jenis VRLA	11
Gambar 2.10 Solar Charge Controller	12
Gambar 2.11 Inverter	13
Gambar 2.12 Prinsip kerja <i>Inverter</i>	14
Gambar 2.13 Mosfet.....	16
Gambar 2.14 Simbol Transistor NPN dan PNP. Simbol Transistor NPN dan PNP	16
Gambar 2 15 Transformator.....	17
Gambar 2.16 Fuse jenis Blade	17
Gambar 2.17 Kapasitor	18
Gambar 2.18 Resistor.....	19
Gambar 3.1 Diagram Fishbone.....	21
Gambar 3.2 Diagram rangkaian	22
Gambar 3.3 PhotoVoltaic.....	26
Gambar 3.4 Inverter	26
Gambar 3.5 Batere	26
Gambar 3.6 Rumah Batere.....	27
Gambar 3.7 Selang pompa	27
Gambar 3.8 Kabel Batere.....	27
Gambar 3.9 MCB	28
Gambar 3.10 Osioscope	28
Gambar 3.11 Tool Box.....	28

Gambar 3.12 Motor AC 60 Watt.....	29
Gambar 3.13 Motor DC 500 Watt.....	29
Gambar 3.14 Solar Charger	30
Gambar 3.15 Rangkaian lampu Pararel	30
Gambar 3.16 Rangkaian lampu seri	30
Gambar 3.17 Pompa air.....	31
Gambar 3.18 Kipas.....	31
Gambar 3.19 kabel 4mm	31
Gambar 3.20 Charger Batere.....	32
Gambar 3.21 pukul.....	32
Gambar 3.22 Solar Power Meter.....	32
Gambar 3.23 Gergaji besi	33
Gambar 3.24 Busur	33
Gambar 3.25 Multimeter	34
Gambar 3.26. Taco Hand meter	34
Gambar 3.27 Solder	34
Gambar 3.28 Gergaji kayu	35
Gambar 3.29 Waterpas.....	35
Gambar 3.30 Multitester Digital	35
Gambar 3.31 Tang Ampere.....	36
Gambar 3.32 Tang potong.....	36
gambar 3. 33 Mistar	36
Gambar 3.34. Jangka Sorong	37
Gambar 3.35. Bor Listrik	37
Gambar 3.36 termometer	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Batere.....	11
Tabel 3. 1 Alat Kerja.....	24
Tabel 3. 2 Bahan Kerja.....	25
Tabel 4. 1 Data PhotoVoltaic	37
Tabel 4. 2 Data Batere.....	38
Tabel 4. 3 Data Inverter	38
Tabel 4. 4 Data Solar Charger Controller	39
Tabel 4. 5 Perbandingan Tegangan Dan Arus Tertinggi Input Inverter	50
Tabel 4. 6 Perbandingan Arus dan Tegangan terendah pada Input Inverter.....	51

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Intensitas Cahaya Pada Percobaan Beban Lampu Seri 10 Buah Berkapasitas 271 Watt.....	40
Grafik 4. 2 Perbandingan Tegangan Pada Percobaan Beban Lampu Seri 10 Buah Berkapasitas 271 Watt.....	40
Grafik 4. 3 Perbandingan Arus Pada Percobaan Beban Lampu Seri 10 Buah Berkapasitas 271 Watt	41
Grafik 4. 4Intensitas Cahaya Pada Beban Motor AC 1,1 Kw.....	41
Grafik 4. 5 Perbandingan Tegangan Pada Beban Motor AC 1,1 Kw	42
Grafik 4. 6 Perbandingan Arus Pada Beban Motor AC 1,1 Kw	43
Grafik 4. 7 Intensitas Cahaya Beban Motor AC 1,1 kW dan Lampu 385 Watt....	44
Grafik 4. 8 Perbandingan Tegangan Motor AC 1,1 kW dan Lampu 385 Watt	44
Grafik 4. 9 Perbandingan Arus Beban Motor AC 1,1 kW dan Lampu 385 Watt .	45
Grafik 4. 10 Intensitas Cahaya pada Pengukuran Beban AC 135 Watt dan Lampu Pijar 656 Watt	46
Grafik 4. 11 Data perbandingan tegangan pada pengukuran pada beban Motor AC 135 Watt.....	47
Grafik 4. 12 Data Perbandingan Arus dengan mengukur Beban Motor AC 135 W dan Lampu Pijar 656 Watt	48
Grafik 4. 13 Data Intensitas Cahaya dengan beban pompa AC 65 Watt dan lampu pijar 656 Watt.....	48
Grafik 4. 14 Data Perbandingan Tegangan Cahaya dengan beban pompa AC 65 Watt dan lampu pijar 656 Watt	49
Grafik 4. 15 Data perbandingan Arus Dengan beban pompa AC 65 Watt dan lampu pijar 656 Watt.....	49
Grafik 4. 16 Perbadingan Tegangan Dan Arus Tertinggi Pada Input Inverter ...	50
Grafik 4. 17 Perbadingan Arus dan Tegangan Terendah Dari Input Inverter.....	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik selalu meningkat dari tahun ke tahun, untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut pemerintah selalu menjaga proses produksi listrik dari berbagai jenis pembangkit. Selain dari pembangkit listrik yang telah ada, energi listrik dapat diperoleh dari sumber *renewable energy*. Di kawasan Indonesia sangat tepat untuk menerapkan *renewable energy* dengan memanfaatkan sinar matahari. Energi dari sinar matahari sangat mudah didapatkan di Indonesia karena merupakan daerah khatulistiwa yang kaya dengan sinar matahari (Raharja, Eviningsih, Indra, & Yanaratri, 2019).

Indonesia merupakan negara tropis dengan dua musim, panas dan hujan. Ada sinar matahari sepanjang tahun, meski intensitasnya menurun saat musim hujan. Kondisi iklim yang demikian menjadikan matahari sebagai sumber energi alternatif untuk energi masa depan Indonesia. Selain sinar matahari, Indonesia juga memiliki cadangan migas yang relatif besar. Beberapa telah digunakan. Masalah minyak dan gas bumi adalah energi tak terbarukan. Jika sumber daya ini digunakan secara tidak bijaksana, suatu hari akan habis. Selain itu, pembakaran minyak dan gas alam akan menyebabkan pencemaran udara, sehingga perlindungan lingkungan dan energi terbarukan merupakan aset yang berharga.

Energi baru dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi dan gas bumi (Hidayat, Zuraidah, & Fadil, 2017). Sumber energi tradisional yaitu bahan bakar fosil terus mengalami penurunan dan memiliki berbagai macam dampak yang merugikan bagi lingkungan, sehingga sumber energi bersih dan terbarukan dapat dikatakan sebagai pilihan terbaik untuk penyediaan energi yang berkelanjutan. Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi bersih, ramah lingkungan,

melimpah dan terbarukan melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi fokus perhatian bagi para peneliti (Subiyanto, 2014). Masalah yang muncul terhadap pemakaian solar cell ialah energi yang dihasilkan akan berubah-ubah tergantung pada musim dan lingkungan, oleh karena itu akumulator atau batere sangat dibutuhkan karena untuk penyimpanan energi yang dihasilkan oleh solar cell. Energi yang dihasilkan oleh solar cell dapat digunakan untuk mengisi daya ke akumulator dan selanjutnya dari daya yang dihasilkan oleh akumulator digunakan untuk beban, atau energi yang dihasilkan oleh solar cell bisa langsung disalurkan ke beban dengan menggunakan *inverter*, tetapi kurang efisien karena intensitas cahaya yang akan berubah-ubah.

Adapun pemakaian *inverter* sebagai peralatan elektronik yang berfungsi mengubah arus *Direct Current* (DC) menjadi arus *Automatic Current*(AC). Arus yang dihasilkan panel surya adalah DC. Oleh karena itu, pada sistem PLTS dibutuhkan inverter untuk mengubah energi agar dapat menyuplai kebutuhan perangkat AC. Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu, tergantung pada kebutuhan beban dan juga apakah inverter akan menjadi bagian dari sistem yang terhubung ke jaringan listrik atau sistem yang berdiri sendiri (Naim, 2017).

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mendesain rangkaian *inverter* dan disertai dengan pengujian karakteristik *inverter*.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dibatasi dalam lingkup desain dan pengujian karakteristik *inverter*.

1.4. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibentuk dalam sistematika sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

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

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berupa informasi yang berkaitan dengan dasar teori dan tinjauan kajian terdahulu.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan metode penelitian yang digunakan.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menampilkan hasil desain dan pengujian karakteristik inverter.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dan saran yang didapat dari penelitian yang telah digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Wardana, M. K., Fadlika, I., & Fahmi, A. (2018). Rancang bangun inverter satu fasa SPWM dengan output tegangan dan frekuensi variabel. *TEKNO Jurnal Teknologi, Elektro, dan Kejuruan*, 1-16.
- , suhandi; Y.R. Tayubi, Hikmat, A. Eliyana. (2020). 1 Penentuan Parameter-Parameter Karakteristik Sel Surya untuk Kondisi Gelap dan Kondisi Penyinaran dari Kurva Karakteristik Arus-Tegangan (I-V). *file.upi.edu*, 1-11.
- a. y. (2017). Pemasangan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya. *Journal of Electrical Technology*, 29-33.
- Aita Diantari, R. E., & Widyatuti, C. (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Teknik Elektro, STT- PLN*, 120-125.
- Aldy Sadewo, R. K., & Bani Adam, K. S. (2017). Perancangan dan implementasi pengisian baterai lead acid menggunakan solar cell dengan menggunakan metode three steps charging. *Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom*, 26-35.
- Alifyanti, D. F. (2016). Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1000 WATT. *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, 79-95.
- Andrew, j., Sitepu, R., & Peter, A. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM TERINTEGRASI DENGAN BATTERY LITHIUM. *JURNAL ELEKTRO*, 33-42.
- Asy'ari, H., Rozaq, A., & Setia, P. F. (2014). PEMANFAATAN SOLAR CELL DENGAN PLN SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK RUMAH TINGGAL. *Jurnal Emitor*, 33-39.
- Ayub, H., Dahlan, A., & Abdul, K. (2015). PEMANFAATAN INVERTER SISTEM OFF GRID PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MATAHARI. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 2302-4712.
- Bachtiar, I. K., & M. S. (2016). Rancangan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *JURNAL SUSTAINABLE*, 2087-5347.
- D. D., & W. B. (2016). OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH TANGGA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, 2339-0654.
- Diantari, R. A., Erlina, & C. W. (2017). STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, 120-125.

Effendi, A., & Yusuf, M. R. (2019). PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PERANGKAT BEBAN TIRUAN SEBAGAI ALAT KATEGORI DUA PADA PRAKTIKUM SISTEM TENAGA. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)*, 1-13.

Emidiana, & Saputra, F. (2018). PENGUJIAN EFFISIENSI TRANSFORMATOR INTI FERRIT DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTROUNIVERSITAS PGRI PALEMBANG. *JURNAL AMPERE*, 2622-2981.

F. H., & D. L. (2020). ANALISIS RANCANG BANGUN PLTS ON-GRID HIBRID BATERAI DENGAN PVSYST PADA KANTIN TEKNIK FTUI. *ELECTRICES* , 1-9.

google images. (n.d.).

Hari Purwoto, B. J., & Fahmi Huda, I. (n.d.). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 10-14.

Hidayat, R., Zuraidah, & Fadil, J. (2017). MODUL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK APLIKASI BEBAN RENDAH (600 W). *Jurnal INTEKNA*, 1-76.

<http://eprints.polsri.ac.id>. (n.d.). <http://eprints.polsri.ac.id>. Retrieved 07 16, 2020, from <http://eprints.polsri.ac.id/1694/3/BAB%20II.pdf>: <http://eprints.polsri.ac.id/1694/3/BAB%20II.pdf>

<http://www.masuklis.com/>. (n.d.). <http://www.masuklis.com/>. Retrieved 07 16, 2020, from <http://www.masuklis.com/2015/01/pengertian-dan-prinsip-cara-kerja.html>: <http://www.masuklis.com/2015/01/pengertian-dan-prinsip-cara-kerja.html>

<https://inkuiri.com>. (n.d.). <https://inkuiri.com>. Retrieved 07 15, 2020, from <https://inkuiri.com/site/bukalapak.com/elektronik/komponen-elektronik/transistor-mosfet-k1531-15a-500v.d07f2f097be610be79c7b36c7276c99751926c4d.id>: <https://inkuiri.com/site/bukalapak.com/elektronik/komponen-elektronik/transistor-mosfet-k1531-15a-500v.d07f2f097be610be79c7b36c7276c99751926c4d.id>

<https://www.jalankatak.com>. (n.d.). <https://www.jalankatak.com>. Retrieved 07 16, 2020, from <https://www.jalankatak.com/id/kapasitor/>: <https://www.jalankatak.com/id/kapasitor/>

<https://www.kompasiana.com>. (n.d.). <https://www.kompasiana.com>. Retrieved 07 16, 2020, from <https://www.kompasiana.com/spampam/5b86b6e46ddcae2040310973/resistor-pengertian-resistor-jenis-jenis-resistor-da-fungsi-resistor>:

<https://www.kompasiana.com/spampam/5b86b6e46ddcae2040310973/resistor-pengertian-resistor-jenis-jenis-resistor-da-fungsi-resistor>

<https://www.researchgate.net>. (n.d.). <https://www.researchgate.net>. Retrieved 07 16, 2020, from https://www.researchgate.net/figure/Gambar-III3-Tipe-kurva-I-V-dari-sel-surya-Pada-kurva-I-V-sumbu-vertikal-menunjukkan-arus_fig1_282692972: https://www.researchgate.net/figure/Gambar-III3-Tipe-kurva-I-V-dari-sel-surya-Pada-kurva-I-V-sumbu-vertikal-menunjukkan-arus_fig1_282692972

Imam, S. (2015). Akumulator Pemakaian dan Perawatannya. *PSD III Teknik Elektro Universitas Diponegoro*, 31-36.

Indrakoesoema, K., Andryanto, Y., & Kiswanto. (2013). Pengaruh Kapasitorbank Pada Busbar BHA,BHB dan BHC di Pusat Reaktor Serba guna Ga.Siwabessy. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 33-40.

j. h. (2012). PENGUJIAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SOLAR CELL KAPASITAS 50WP. *e-journal upstega*, 47-55.

J. K., A. I., & Julita. (2020). PENGARUH ARAH ORIENTASI DAN SUDUT KEMIRINGAN MODUL. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 173-181.

Jatmiko. (2011).

jumadi, & Tambunan, J. M. (2015). ANALISIS PENGARUH JENIS BEBAN LISTRIK TERHADAP KINERJA PEMUTUS DAYA LISTRIK DI GEDUNG CYBER JAKARTA. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, 106-117.

Junaidi, H. K., & Hiendro, A. (2016). Migrasi Baterai Lithium dari Mode Otomotif ke Mode Penyimpanan Energi untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Program studi teknik elektro universitas tanjungpura pontianak*, 40-43.

Kartika, I. (2017). ANALISA RUGI-RUGI DAYA DIAKIBATKAN ARUS KAPASITIF. *Jurnal Surya Energy*, 100-111.

Luqman, M., Mandayatma, E., & Nurcahyo, S. (2019). STUDI KOMPARASI UNJUK KERJA INVERTER 12V-DC KE 220 V-AC YANG ADA DI PASARAN. *Jurnal ELTEK*, 95-115.

M. N. (2017). Staf Pengajar Teknik Mesin, Akademi Teknik Sorowako . *RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS OFF GRID 1000 WATT DI DESA MAHALONA KECAMATAN TOWUTI*, 2085-8817.

- Mundus, R., Khwee, K. H., & Hiendro, A. (2019). RANCANG BANGUN INVERTER DENGAN MENGGUNAKAN SUMBER BATERAI DC. *jurnal.untan*, 1-7.
- Muranto, N. A., & Zulfahri. (2018). Studi Peralihan Daya Listrik Dari PLN Ke Generator Set (genset) Ketika Terjadi Pemadaman Dari PLN Dengan Uninterruptible Power Supply (ups) pada Hotel Grand Elite Pekanbaru. *program studi teknik elektro, fakultas teknik, universitas lancang kuning pekanbaru*, 9-16.
- Naim, M. (2017). RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS ON GRID 1500 WATT DENGAN BACK UP BATTERY DI DESA TIMAMPU KECAMATAN TOWUTI. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2085-8817.
- Pamor Gunoto; , Demontri Darmayani;. (2019). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PROYEKTOR DI RUANG A102 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN. *Sigma Teknika*, 131-136.
- Pradana, B. B., Facta, M., & Setiawan, I. (2018). INVERTER HALF-BRIDGE DENGAN TRANSFORMATOR STEP-UP TANPA DAN MENGGUNAKAN FILTER PASIF BERBASIS IC SG3524 SEBAGAI APLIKASI DARI PHOTOVOLTAIC. *TRANSMISI*, 16-21.
- Pratama, R. P. (2014). PERANCANGAN SISTEM MONITORING BATTERY SOLAR CELL PADA LAMPU PJU BERBASIS WEB. *Jurnal ELTEK*, 50-63.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, & M. A. (2018). EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF. *Jurnal Emitor*, 10-14.
- R., David Alif Utama, Lovely Son. (2018). Perancangan Dan Pengujian Penjejak Cahaya Matahari Untuk Modul Surya Dengan Sistem Microcontroller Arduino Uno ATmega 328. *JURNAL SISTEM MEKANIK DAN TERMAL*, 21-30.
- Raharja, L. P., Eviningsih, R. P., I. F., & Yanaratri, D. S. (2019). Perancangan Dan Implementasi DC-DC Bidirectional Converter Dengan Sumber Energi Listrik Dari Panel Surya Dan Baterai Untuk Pemenuhan Kebutuhan Daya Listrik Beban. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* , 2338-6649.
- Rahmawati, E. (2014). SISTEM OTOMATISASI MOBIL DENGAN MENGGUNAKAN PASSWORD DIDUKUNG OLEH MICROCONTROLLER AT89S51 DAN BAHASA PEMROGRAMAN ASSEMBLER. *Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer.*, 31-37.

- Royhan, M. (2018). Sistem Pengaman Beda Tegangan pada Motor Fase 3 dengan Rangkaian Terintegrasi dengan Inverter. *Proceedings on Conference on Electrical Engineering*, 184-189.
- S. B., & R. B. (2006). *DESAIN, SIMULASI, DAN ANALISA 100 WATT FORWARD CONVERTER UNTUK KEKUATAN PHOTOVOLTAIC SISTEM KONDISI*, 1002-1016.
- S. B., Saini, L. M., & D. J. (2012). *Design of a DC-DC Converter for Photovoltaic Solar system*.
- S. G., S. K., & R. I. (2019). UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) 26,4 KWP PADA SISTEM SMART MICROGRID UNUD. *Jurnal SPEKTRUM* , 1-9.
- S. Y., G. S., & Hastija, R. R. (2015). PENGARUH PERUBAHAN INTENSITAS MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA. *Jurnal Pengabdian* , 193 - 202.
- Safrizal . (2017). RANCANGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNISNU JEPARA . *Jurnal DISPROTEK*, 2548-4168.
- Saputro, S. E., Yandr, & Khwee, K. H. (2017). ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBANTUAN PROGRAM SYSTEM SIZING ESTIMATOR. *jurnal tekno*, 1-10.
- Setiono, I. (2015). AKUMULATOR PEMAKAIAN DAN PERAWATANNYA. *METANA*, 31 - 36.
- Sianipar, R. (2014). DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK. *JETri*, 61 - 78.
- Sinaga, Y. A., Samosir , A. S., & Haris, A. (2017). Rancang Bangun Inverter 1 Fasa dengan Kontrol Pembangkit Pulse Width Modulation (PWM). *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 81-91.
- Sinaga, Yustinus Andrianus; Samosir, Ahmad Saudi; Haris, Abdul. (2017). Rancang Bangun Inverter 1 Fasa dengan Kontrol Pembangkit. *ELECTRICIAN*, 81-91.
- Slamet, P. (2019). pengaruh pembebanan langsung pada baterai terhadap arus pengisian solar cell pada jam optimal. *prodi teknik elektro universitas 17 agustus 1945 surabaya*, 1-9.
- Subiyanto. (2014). MODEL SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA. *Saintekno*, 147-157.

- Sucipta, M., Ahmad, F., & Astawa, K. (2015). Analisis Performa Modul Solar Cell Dengan Penambahan Reflector Cermin Datar. *Proceeding seminar nasional tahunan teknik mesin*.
- Sugirianta, I. B., Saputra, I. N., & Made Sunaya, I. A. (2019). Modul Praktek PLTS On-Grid Berbasis Micro Inverter. *Modul Praktek PLTS On-Grid Berbasis Micro Inverter*, 19-26.
- Syafitri. (2017). SISTEM PENGONTROLAN PEMAKAIAN AKUMULATOR PADA PANEL HYBRID (PLN-SOLAR CELL).
- Tiffani Bawatong, V. J., & R.U.A Sompie, S. S. (2015). Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply Menggunakan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler. *Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115*, 1-7.
- Triadmojo, I. (2020, juli kamis). Dokumentasi penelitian. *Dokumentasi penelitian*. Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia: Universitas Muhamadiyah Palembang.
- Yuana Dewi, A., & Antonov. (2013). PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI SUPLAI CADANGAN PADA LABORATORIUM ELEKTRO DASAR INSTITUT TEKNOLOGI PADANG. *Jurnal Teknik Elektro*, 20-28.