

**“PERENCANAAN PLTS ON-GRID DI AREAL DEKANAT
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA”**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

WAHYUDI MURSAL

03041281621042

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

“PERENCANAAN PLTS ON-GRID DI AREAL DEKANAT FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA”



Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

OLEH :

WAHYUDI MURSAL

03041281621042

Inderalaya, Desember 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Ir. H. Hairul Alwani (HA), M.T

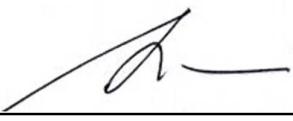
NIP. 195709221987031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan



: _____

Pembimbing Utama : Ir. H. Hairul Alwani (H.A) ,M.T.

Tanggal

: 23 / Desember / 2020

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wahyudi Mursal

Nim : 03041281621042

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

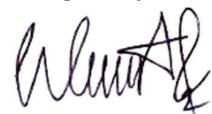
**“Perencanaan PLTS On-Grid Di Areal Dekanat
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkala data (*database*), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya

Pada Tanggal : Desember 2020

Yang menyatakan,



Wahyudi Mursal

NIM. 03041281621042

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Wahyudi Mursal
NIM : 03041281621042
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 13%

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Perencanaan PLTS *On-Grid* Di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggungjawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Inderalaya, Desember 2020



Wahyudi Mursal

NIM. 03041281621042

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT hanya dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas penyusunan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan baik Selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir, penulis mendapatkan bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M. Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ir. H. Hairul Alwani (H.A) ,M.T. Selaku Pembimbing Tugas Akhir Pertama
4. Ibu Herlina, S.T, M.T selaku Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
5. Ibu Rahmawati, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Bapak Ir. Armin Sofijan, M.T, Ibu Ike Bayusari, S.T,M.T, Ibu Hermawati, S.T,M.T , Ibu Hj. Rahmawati,S.T,M.T, dan Ibu Caroline, S.T.,M.T. selaku dosen penguji tugas akhir
7. Keluarga beserta orang-orang yang saya sayangi dan saya cintai yang senantiasa memberikan dukungan baik secara moral maupun material
8. Semua pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan Tugas Akhir Ini

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, maka kritikan dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan

Palembang, Desember 2020

Penulis

ABSTRAK

PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* DI AREAL DEKANAT FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA

(Wahyudi Mursal, 03041281621042, 2020, 74 halaman)

Penelitian ini telah dilakukan secara eksperimental membuat implementasi system ATS (*Automatic Transfer Switch*). Sumber yang digunakan berupa jaringan PLN dan PLTS. System ini bertujuan untuk memanfaatkan PLTS *On-Grid* sebagai energi alternatif. Penelitian ini dilakukan di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya karena terdapatnya lahan yang luas dan sinar matahari yang cukup di areal tersebut. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, total energi listrik yang dibutuhkan sebesar 260.104 Wh. Luas PV Area sebesar 523 m². Panel surya yang digunakan yaitu *Polycrystalline* 325Wp sebanyak 260 unit. *Solar Controller* 110A sebanyak 13 unit. Dengan kapasitas baterai yang digunakan sebesar 200Ah sebanyak 40 unit. Sedangkan inverter yang akan digunakan dengan kapasitas 30kW sebanyak 1 unit. Sistem ATS menggunakan Relay MK2P sebanyak 2 unit. Total biaya pembangunan PLTS *On-Grid* di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sebesar Rp1.596.700. PLTS *on-grid* yang dirancang menggunakan system ATS (*Automatic Transfer Switch*), yang berfungsi mengendalikan dua sumber listrik berupa listrik PLTS dan PLN. Komponen yang digunakan pada system ATS tersebut berupa Relay. Relay tersebut berfungsi sebagai *switching* untuk jaringan PLTS dan PLN.

Kata Kunci : PLTS *On-Grid*, ATS, Relay, *Switching*



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Inderalaya, Desember 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. H. Hairul Alwani (HA), M.T

NIP. 195709221987031003

ABSTRACT

PLANNING OF SOLAR POWER PLANT ON-GRID IN THE AREA OF THE FACULTY OF ENGINEERING, SRIWIJAYA UNIVERSITY

(Wahyudi Mursal, 03041281621042, 2020, 74 pages)

This research has been conducted experimentally to implement the ATS (Automation Transfer Switch) system. The sources used are State Power Plant and Solar Power Plant networks. This system aims to utilize Solar Power Plant On-Grid as alternative energy. This research was conducted in the area of the Dean of the Faculty of Engineering, Sriwijaya University because there is a large area of land and sufficient sunlight in the area. Based on the calculations that have been done, the total electrical energy required is 260,104 Wh. The PV Area is 523 m². The solar panels used are Polycrystalline 325Wp totaling 260 units. 13 units of 110A Solar Controller. With a battery capacity of 40 units of 200Ah. While the inverter to be used with a capacity of 30kW is 1 unit. The ATS system uses 2 units of MK2P Relays. The total cost of building Solar Power On-Grid in the area of the Dean of the Faculty of Engineering, Sriwijaya University is IDR 1,596,700. The on-grid Solar Power Plant is designed using the ATS (Automation Transfer Switch) system, which functions to control two sources of electricity in the form of Solar Power and State Power Plant electricity. The components used in the ATS system are Relays. The relay functions as a switching for Solar Power Plant and State Power Plant networks.

Keywords: State Power Plant *On-Grid*, ATS, Relay, Switching



Inderalaya, Desember 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Ir. H. Hairul Alwani (HA), M.T
NIP. 195709221987031003

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan Tugas Akhir.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	3
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).....	4
2.2 Jenis-jenis PLTS	6
2.3 Komponen Utama Sistem PLTS	7
2.3.1 Panel Surya	7
2.3.2 <i>Solar Charge Controller</i>	12
2.3.3 Baterai	13
2.3.4 Inverter	14
2.4 Sistem PLTS <i>DC Coupling</i> dan <i>AC Coupling</i>	15

2.5 Komponen Peralatan PLTS <i>On-Grid</i>	16
2.6 Kemiringan Panel Surya	19

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.2 Metode Penulisan	21
3.3 Peralatan dan Bahan	22
3.4 Diagram Alir Penelitian	23
3.5 Diagram Blok Penelitian	24

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Beban Listrik PLTS Di Areal Dekanat FT Unsri	25
4.2 Perhitungan Daya PLTS.....	26
4.2.1 Menghitung <i>PV Area</i>	26
4.2.2 Menghitung Daya PLTS yang Dibangkitkan.....	28
4.2.3 Menghitung Jumlah Panel Surya	28
4.2.4 Menghitung Kapasitas <i>Solar Charge Controller</i>	31
4.2.5 Menghitung Kapasitas Baterai	32
4.2.6 Menghitung Kapasitas Inverter.....	34
4.3 Sistem Jaringan PLTS	35
4.4 Rangkaian Prototype PLTS.....	36
4.5 Biaya Pembangunan PLTS	37
4.6 Pengambilan Data Menggunakan <i>Prototype</i>	38

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA

42

Lampiran Tabel Review Jurnal	46
------------------------------------	----

LAMPIRAN

Lampiran Pengambilan Data.....	53
--------------------------------	----

Lampiran Daya Listrik PLTS di Areal Dekanat FT UNSRI.....	63
Lampiran PUIL 2011	72
Lanpiran Data Insolasi Matahari dan Temperatur BMKG	73
Lampiran Gambar Data Pengukuran.....	74

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Perhitungan PV Area	10
Rumus 2.2 Perhitungan Daya PLTS	11
Rumus 2.3 Jumlah Panel Surya.....	11
Rumus 2.4 Kapasitas <i>Charge Controller</i>	13
Rumus 2.5 Kapasitas Baterai	13
Rumus 2.6 Jumlah Baterai Seri.....	14
Rumus 2.7 Jumlah Total Baterai.....	14
Rumus 2.8 Kapasitas Inverter	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLTS <i>Off-Grid</i>	6
Gambar 2.2 PLTS <i>On-Grid</i>	7
Gambar 2.3 PLTS <i>Hybrid</i>	7
Gambar 2.4 Komponen PLTS.....	7
Gambar 2.5 P-N Junction.....	8
Gambar 2.6 Rangkaian Panel Surya	12
Gambar 2.7 Rangkaian Baterai PLTS	14
Gambar 2.8 <i>DC Coupling</i>	16
Gambar 2.9 <i>AC Coupling</i>	16
Gambar 2.10 Relay MK2P	18
Gambar 2.11 Sudut Kemiringan Panel Surya	20
Gambar 2.12. Sudut Azimut	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Diagram Blok Penelitian	24
Gambar 4.1 Denah Pemasangan Lampu Penerangan PLTS	25
Gambar 4.2 Rangkaian Panel Surya.....	29
Gambar 4.3 Rangkaian <i>Solar Controller</i>	32
Gambar 4.4 Rangkaian Baterai PLTS	33
Gambar 4.5 Rangkaian Jaringan PLTS	35
Gambar 4.6 Rangkaian Alat.....	36

DAFTAR GRAFIK

Gambar 3.1 Grafik Daya Input/Output Panel *Polycrystalline 50Wp* 39

Gambar 3.2 Grafik Tegangan Input/Output Inverter 300W..... 40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis PLTS	6
Tabel 2.2 Perbandingan PLTS <i>Off-Grid DC-Coupling</i> dan <i>AC-Coupling</i>	16
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	21
Tabel 3.2 Alat dan Bahan.....	22
Tabel 4.1 Spesifikasi Panel Surya.....	27
Tabel 4.2 Kabel PLTS.....	30
Tabel 4.3 Kabel Penerangan PLTS	31
Tabel 4.4 Spesifikasi <i>Solar Charge Controller</i>	31
Tabel 4.5 Spesifikasi Baterai	33
Tabel 4.6 Spesifikasi Inverter	34
Tabel 4.7 Biaya Pembangunan PLTS	37
Tabel 4.8 Daya Input/Output Panel Surya <i>Polycristalline 50Wp</i>	38
Tabel 4.9 Tegangan Input/Output Inverter 300W.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengambilan Data Pengujian Panel Surya <i>Polycristalline 50Wp</i> dan Inverter 300W
Lampiran 2	Data Total Daya, Energi Listrik PLTS <i>On Grid</i> , dan Pengelompokan Daya Listrik PLTS <i>On-Grid</i> Di Areal FT UNSRI
Lampiran 3	PUIL 2011
Lampiran 4	Data Insolasi Matahari dan Temperatur BMKG
Lampiran 5	Pengukuran Jarak dan Luas Areal Dekanat FT UNSRI

DAFTAR LAMPIRAN KHUSUS

Lampiran 1	Score SULIET (<i>Sriwijaya University Languange Institure Score</i>)
Lampiran 2	Surat Persetujuan Mengikuti Seminar Proposal
Lampiran 3	Surat Persetujuan Mengikuti Seminar Tugas Akhir
Lampiran 4	Surat Persetujuan Mengikuti Sidang Sarjana
Lampiran 5	Berita Acara Seminar Proposal
Lampiran 6	Berita Acara Seminar Tugas Akhir
Lampiran 7	Berita Acara Sidang Sarjana
Lampiran 8	Hasil Pengecekan Software <i>iThenticate/Turnitin</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi saat ini mendapat perhatian yang cukup besar dari berbagai negara didunia. Berbagai upaya telah dilakukan dengan cara memanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif. Keunggulan dari energi yang berasal dari matahari, pemanfaatannya tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Dengan menggunakan panel surya, cahaya matahari dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Kebutuhan energi listrik saat ini sangat bergantung dari suplai dari PLN. Penggunaan energi listrik yang berasal fosil secara terus mengakibatkan energi tersebut cepat habis. Kita diharapkan mampu memberi solusi dan menemukan sumber energi alternatif pengganti sumber dari PLN.

PLTS dipilih karena pemanfaatannya tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Sistem PLTS ada dua jenis yaitu, *Off-Grid* dan *On-Grid*. Pada system *On-Grid* menggunakan rangkaian yang terhubung dengan jaringan PLN. Sedangkan PLTS *Off-Grid* mengandalkan energy matahari sebagai satu-satunya sumber energy utamanya. PLTS *On-Grid* dipilih karena saat terjadi pemadaman listrik maka PLTS *On-Grid* dapat memback-up kebutuhan listrik. Kontinuitas layanan listrik merupakan faktor penentu kepuasaan pelanggan. Penelitian ini akan membuat implementasi system ATS (*Automatice Transfer Switch*) antara PLN dan PLTS sebagai pemasok daya untuk beban listrik. System ATS (*Automatice Transfer Switch*) bertujuan agar system PLTS dapat dikoneksikan dengan jaringan PLN yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap listrik PLN, sehingga konsumen listrik dapat memperoleh manfaat dari penggunaan energi alternatif yang berasal dari PLTS.

Berdasarkan penelitian [1], Automatic Transfer Switch adalah sebuah rangkaian kontrol saklar Power Inverter dengan PLN yang sudah Full Automatic. Alat ini berguna untuk Menghidupkan, dan Menghubungkan Power Inverter ke Beban secara otomatis pada saat PLN padam. Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini, akan membuat perencanaan desain PLTS *On-Grid* areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Fakultas Teknik Universitas

Sriwijaya dipilih sebagai objek penelitian, karena terdapatnya lahan yang luas dan sinar matahari yang cukup di Areal tersebut. Selain itu PLTS *On-Grid* dapat digunakan sebagai energy alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik lainnya seperti, komputer, printer, tv maupun penerangan. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis membahas tentang “*Perencanaan PLTS On-Grid Di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*”

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan Masalah penyusunan Tugas Akhir ini sebagai berikut

1. Apa saja spesifikasi komponen PLTS yang akan digunakan dalam Perencanaan PLTS On-Grid di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ?
2. Bagaimanakah cara membuat desain PLTS *On-Grid* di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya?

1.3 Tujuan Penulisan Tugas Akhir

Tujuan penyusunan Tugas Akhir tentang “*Perencanaan PLTS On-Grid Di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*” adalah :

1. Untuk mengetahui spesifikasi komponen PLTS *On-Grid* di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Membuat desain sistem PLTS *On-Grid* di Areal Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis membatasi permasalahan untuk menghindari meluasnya pembahasan :

1. Dalam penentuan beban total hanya diambil berupa sampel beban yang digunakan seperti, komputer, TV, printer dan lampu
2. Penelitian ini tidak membahas pengaruh sudut kemiringan panel surya, sistem penerangan, rugi-rugi daya, pengujian pada rangkaian panel surya maupun baterai, serta pengaruh temperatur pada panel surya
3. Perhitungan ekonomis dan kecepatan angin diabaikan
4. Sistem PLTS yang digunakan adalah sistem *On-Grid* menggunakan relay

5. Tidak menghitung biaya perawatan dan menghitung susut peralatan PLTS
On-Grid

1.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Laporan Penulisan Tugas Akhir ini disusun menurut sistematika berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis mengulas latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan tugas akhir, batasan masalah, dan membahas sistematika penulisan penulisan tugas akhir

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini penulis membahas tentang teori yang berkaitan dengan PLTS, jenis dan komponen PLTS dan persamaan yang digunakan dalam perencanaan PLTS

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang lokasi dan waktu penelitian, metode penulisan, alat dan bahan, diagram alir penelitian, tahapan penelitian, dan rangkaian alat

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang data Insolasi Matahari Kota Palembang, kebutuhan beban listrik PLTS *On-Grid*, perhitungan daya PLTS *On-Grid*, spesifikasi komponen PLTS *On-Grid* yang digunakan, biaya pembangunan PLTS *On-Grid*, dan pengambilan data.

BAB 5 PENUTUP

Dalam bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran mengenai Tugas Akhir yang telah dibuat

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Jurasz^{a,b,*}, F.A. Canales^C, A. Kies^d, M. Guezgouz^e, A. Beluco^f. 2020. A review on the complementarity of renewable energy sources: Concept, metrics, application and future research directions. *Solar Energy* 195 (2020) 703-724.
- [2] Cynthia E.L, Latunussa^a, Fulvio Ardente^{a,*}, Gian Andrea Blengini^{a,b}, Lucia Mancini^a. 2016. Life Cycle Assessment of an innovative recycling process for crystalline silicon photovoltaic panels. *Solar Energy Materials & Solar Cell* 156 (2016) 101-111.
- [3] Atse Louwen^{a,*}, Wilfried van Sark^a, Ruud Schropp^b, Andrea Faaij^c. 2016. A cost roadmap for silicon heterojunction solar cells. *Solar Energy Materials & Solar Cell* 147 (2016) 295-314
- [4] Ch. Hirschl a,n , M. Biebl-Rydlo¹, M. DeBiasio², W. Mühleisen³ , L. Neumaier⁴, W. Scherf⁵, M. Kraft⁶. 2013. Determining the degree of crosslinking of ethylene vinyl acetate photovoltaic module encapsulants—A comparative study. 0927-0248/& 2013 The Authors. Published by Elsevier B.V
- [5] Paulina Ramirez¹, Del Barrio², Patricio Mendoza³, Felipe Valencia⁴, Gonzalo Leo⁵. 2017. Sustainable development through the use of solar energy productive processes : the Ayllu Solar Project. 978-1-5090-6046-7/17/\$31.00 ©2017 IEEE
- [6] Armin Sofijan¹, Zainuddin Nawawi², Bhakti Yudho Suprapto³, Riman Sipahutar⁴, Irwin Bizzy⁵. 2020. Performance Evaluation Solar Charge Controller on Solar Power System Home-Based SPV Amorphous 80 Watt-peak. *Journal of Physics: Conference Series*. 1500 (2020) 012004. doi:10.1088/1742-6596/1500/1/012004

- [7] Khaled Touafek¹, Abdelkrim Khelifa², Hafisa Haloui³, Hanane⁴, Ali Malek⁵, Salim Haddad⁶. 2020. Improvement of Energy Efficiency of Solar Hybrid Water Collectors. 978-5386-5236-7/18/2018 IEEE
- [8] Naftalin Winanti¹, Agus Purwadi², Burhanuddin Halimi³, Nana Heryana⁴. 2018. Study and Design of Energy-Saving Solar Lamp for Rural Area in Indonesia. Internasional Conference on Green Energy and Application
- [9] Iswadi Hasyim Rosma¹, Dian Yayan Sukma Irsan², Taufik Ali³, Amanda Khaira Perdana⁴. 2017. Automatic Solar Station for Ground-Based Measurement of Solar Energy Resource in Pekanbaru City Indonesia. International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs 2017) October 18-20, 2017 - Banda Aceh, Indonesia
- [10] USAID. 2018. Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat. Indonesia Clean Energy Development II
- [11] G.N Tiwari and Swapnil Dubey. (2010). Fundamentals of Photovoltaic Modules and their Application. RSC Energy Series. Published by The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 0WF, UK
- [12] Almira Budiyanto¹, M Imam Maulana², Fardani³, 2018. Prototyping of 2 Axes Solar Tracker System for Solar Panel Power Optimization. 978-1-5386-6670-8/18/\$31.00 ©2018 IEEE
- [13] Tatyana V. Myasnikova¹, Anna A. Kirillova², Svetlana P. Ivanova³, Oksana V. Sveklova⁴, Oksana A.Nadezhina⁵. 2020. Simulation of Solar Energy Photovoltaic Conversion. 978-1-7281-5655-2/20/\$31.00 ©2020 IEEE
- [14] Md. Tanvir Ahammed¹, Md. Rafiqul Islam², 2016. Solar Power Controller to Drive Load at Constant Power under Insufficient Solar Radiation.
DOI: [10.1109/ICDRET.2016.7421519](https://doi.org/10.1109/ICDRET.2016.7421519) IEEE

- [15] Danbi Ryu¹, Yong-Jung Kim², Hyosung Kim³, 2019. Optimum MPPT Control Period for Actual Insolation Condition.
DOI: [10.1109/INTLEC.2018.8612419](https://doi.org/10.1109/INTLEC.2018.8612419) IEEE
- [16] Sarmad Nozad Mahmood¹, Ali Abdulabbas², Haider Easa², 2017. The Battery Characteristics Impact on Solar Systems: Performance and Cost. International Conference on Current Research in Computer Science and Information Technology (ICCIT), Slemani – Iraq
- [17] Ke Liu¹, member IEEE, and John Makaran², member, IEEE. 2012. Design of a Solar Powered Battery Charger. 978-1-4244-4509-7/09/\$25.00 ©2012 IEEE
- [18] Chen Yaai¹, Liu Jingdong², Zhou Jinghua³, Li Jin⁴, 2013. Research on the Control Strategy of PV Grid-connected Inverter upon Grid Fault. International Conference on Electrical Machines and Systems, Oct. 26-29, 2013, Busan, Korea
- [19] Zhiguo Lu¹, Chunjun Wu², Lili Zhao³, Wanping Zhu⁴, 2012. A new three-phase inverter built by a low-frequency three-phase inverter in series with three highfrequency single-phase inverters. International Power Electronics and Motion Control Conference - ECCE Asia June 2-5, 2012, Harbin, China
- [20] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia. 2018. “Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya”. DJ EBTKE dan KESDM Republik Indonesia.
- [21] Xiao Buqiong¹, Li Yan², 2018. Study on the Impact of PV Connection to Grid on Power Flow Based on Time Series Output Characteristics. Proceedings of the 37th Chinese Control Conference July 25-27, 2018, Wuhan, China
- [22] Abdelbasset Mehiri¹, Abdul-Kadir Hamid², Sumayya Almazrouei³, 2017. The Effect Of Shading With Different PV Array Configuration on the Grid-Connected PV System. 978-5386-2847-8/17 ©2017 IEEE

- [23] M. Qaisar Azeem¹, Habib-ur-Rehman² , Sheeraz Ahmed³ , Amjad Khattak⁴. 2016. Design and Analysis of Switching in Automatic Transfer Switch for Load Transfer. International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSSST)
- [24] Pavel Ilyushin¹, Konstantin Suslov², 2019. Operation of Automatic Transfer Switches in the Networks with Distributed Generation. 978-5386-4722-6 ©2019 IEEE
- [25] Bing Tian¹, Chengxiong Mao², Jiming Lu³, Dan Wang⁴ , Yu He, Yuping Duan⁵, and Jun Qiu⁶, 2013. 400 V/1000 kVA Hybrid Automatic Transfer Switch. IEEE Transactions On Industrial Electronics, Vol. 60, No. 12, December 2013
- [26] Sudiharto, Indhana dkk, Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF). PLN-Genset Berbasis PLC dilengkapi dengan Monitoring, Surabaya, Jurnal Jurusan Teknik Industri PENS-ITS, 2011
- [27] Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi. 2019. "Peluang Besar Kejar Target EBT Melalui Energi Surya". Kementerian ESDM Republik Indonesia : Jakarta