

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISA PLTS SEBAGAI SUPLAI ENERGI LISTRIK UNTUK LAMPU
PENERANGAN PADA RUANGAN LAB. EBT DAN TAMAN GEDUNG
TEKNIK ELEKTRO**



Oleh:

ANAK AGUNG NGURAH ANANTA PUTRA

2015313084

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISA PLTS SEBAGAI SUPLAI ENERGI LISTRIK UNTUK LAMPU
PENERANGAN PADA RUANGAN LAB. EBT DAN TAMAN GEDUNG
TEKNIK ELEKTRO**



Oleh:

ANAK AGUNG NGURAH ANANTA PUTRA

2015313084

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PLTS SEBAGAI SUPLAI ENERGI LISTRIK UNTUK LAMPU
PENERANGAN PADA RUANGAN LAB. EBT DAN TAMAN GEDUNG
TEKNIK ELEKTRO**

Oleh:

Anak Agung Ngurah Ananta Putra

NIM. 2015313084

Tugas Akhir ini diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

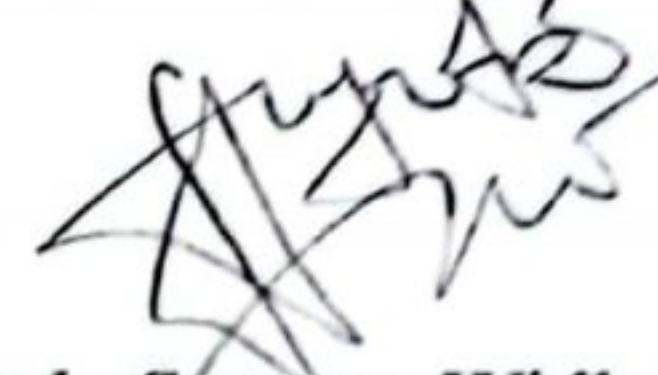
Disetujui Oleh:

Pembimbing 1



I Gst. Ngr. A. Dwijaya Saputra, ST, MT, Ph. D
NIP. 196902081997021001

Pembimbing 2



I Gede Suputra Widharma, ST, MT
NIP. 197212271999031004

Disahkan Oleh
Jurusan Teknik Elektro
Ketua



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

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

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anak Agung Ngurah Ananta Putra
NIM : 2015313084
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

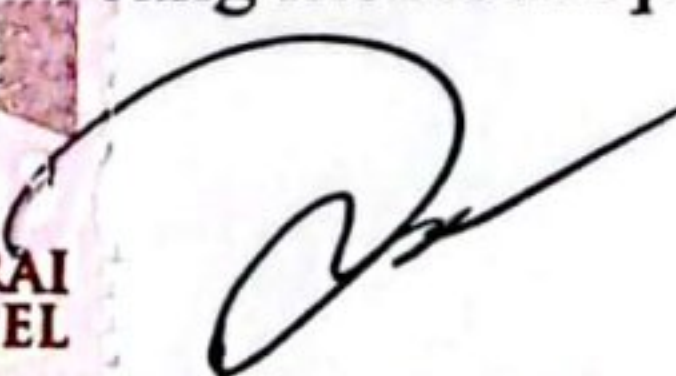
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali **Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **ANALISA PLTS SEBAGAI SUPLAJ ENERGI LISTRIK UNTUK LAMPU PENERANGAN PADA RUANGAN LAB. EBT DAN TAMAN GEDUNG TEKNIK ELEKTRO** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jimbaran, 23 Juni 2023

Yang membuat pernyataan




Anak Agung Ngurah Ananta Putra

NIM. 2015313084

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anak Agung Ngurah Ananta Putra
NIM : 2015313084
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISA PLTS SEBAGAI SUPLAI ENERGI LISTRIK UNTUK LAMPU PENERANGAN PADA RUANGAN LAB. EBT DAN TAMAN GEDUNG TEKNIK ELEKTRO adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 23 Juni 2023

Yang menyatakan



(Anak Agung Ngurah Ananta Putra)

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena telah diberikan kesempatan pada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktu yang telah ditentukan. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan program studi D3 Teknik Listrik.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST. MT., selaku Ketua Prodi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Gusti Ngurah Agung Dwijaya Saputra, ST. MT. Ph. D., selaku Dosen Pembimbing satu pada Tugas Akhir ini, yang telah banyak memberi arahan dan masukan dalam penulisan serta penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak I Gede Suputra Widharma, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing dua pada Tugas Akhir ini, yang telah banyak memberi arahan dan masukan dalam penulisan serta penyusunan tugas akhir ini.
5. Orang tua yang telah mendoakan dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Bukit Jimbaran, 23 Juni 2023

Yang menyatakan



(Anak Agung Ngurah Ananta Putra)

ABSTRAK

Anak Agung Ngurah Ananta Putra

ANALISA PLTS SEBAGAI SUPLAI ENERGI LISTRIK UNTUK LAMPU PENERANGAN PADA RUANGAN LAB. EBT DAN TAMAN GEDUNG TEKNIK ELEKTRO

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi sumber pembangkitan listrik yang memiliki potensi besar di Indonesia, mengingat cahaya matahari yang bersinar terus sepanjang tahun selama 12 jam perhari. Sistem monitoring PLTS ini sangat diperlukan dalam proses pembangkitan listrik guna memantau kinerja dari panel surya yang merupakan komponen utama dari PLTS. Manfaat dari penelitian ini yaitu memperoleh pengalaman menganalisa, mengembangkan serta menentukan komponen yang tepat pada PLTS sebagai suplai energi listrik untuk lampu penerangan pada ruangan lab. EBT dan taman gedung Teknik Elektro. Metode penelitian ini bersifat kuantitatif yaitu dengan teknik pengumpulan data observasi dan analisis alat Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan menggunakan sistem *Off-Grid*. Lokasi penelitian ini berada di Politeknik Negeri Bali pada ruangan lab. EBT dan taman gedung Teknik Elektro.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Panel Surya, Sistem *Off-Grid*.

ABSTRACT

Anak Agung Ngurah Ananta Putra

ANALYSIS OF PLTS AS A SUPPLY OF ELECTRICAL ENERGY FOR LIGHTING IN LAB ROOMS. EBT AND ELECTRICAL ENGINEERING BUILDING PARK

Solar Power Generation (PLTS) are a source of electricity generation that has great potential in Indonesia, considering that the sun continues to shine throughout the year for 12 hours per day. This PLTS monitoring system is very necessary in the electricity generation process to monitor the performance of solar panels which are the main component of PLTS. The benefit of this research is gaining experience in analyzing, developing and determining the right components for PLTS to supply electrical energy for lighting in lab rooms. EBT and the Electrical Engineering building park. This research method is quantitative, namely using observation data collection techniques and analysis of Solar Power Plant equipment using an *Off-Grid* system. The location of this research is at the Bali State Polytechnic in the lab room. EBT and the Electrical Engineering building park.

Keywords: Solar Power Generation, Solar Panels, *Off-Grid* Systems.

DAFTAR ISI

COVER	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II.....	II-1
2.1 Tinjauan Pustaka.....	II-1
2.1.1 Penelitian Sebelumnya	II-1
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	II-2
2.2.1 Sistem PLTS <i>ON-Grid</i> dan <i>OFF-Grid</i>	II-3
2.3 Modul Surya	II-4
2.3.1 Jenis-Jenis Modul Surya.....	II-6
2.4 Solar Charge Controller (SCC)	II-6
2.5 Baterai (AKI).....	II-7
2.6 AC Inverter	II-9
2.7 Change Over Switch (COS)	II-10
2.8 Sistem AC-Coupling dan DC-Coupling (OFF-Grid)	II-10
2.9 <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB).....	II-12
2.10 Sakelar Tunggal	II-13

2.11 Kabel Penghantar NYM	II-13
2.12 <i>Mounting</i> Sistem PLTS.....	II-14
BAB III	III-1
3.1 Metode Penelitian.....	III-1
3.1.1 Pengambilan Data Primer	III-1
3.1.2 Pengambilan Data Sekunder	III-2
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	III-2
3.3 Pengolahan Data.....	III-2
3.4 Analisa Data	III-2
3.5 Hasil yang Diharapkan	III-3
3.6 Diagram Alir.....	III-3
BAB IV	IV-1
4.1 Objek Penelitian	IV-1
4.2 Blok Diagram Sistem PLTS	IV-4
4.3 Potensi Radiasi Matahari.....	IV-5
4.4 Menentukan Daya Yang Dibangkitkan.....	IV-5
4.4.1 <i>Mounting</i> Sistem PLTS	IV-6
4.5 Daftar Bahan Yang Digunakan.....	IV-15
4.6 Desain Sistem PLTS	IV-15
4.7 Hasil Pengukuran	IV-16
4.8 Penghematan Energi Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro	IV-16
4.9 Analisa	IV-17
4.9.1 Analisa Pengujian Sistem PLTS.....	IV-17
4.9.2 Analisa Pengujian dengan Simulasi	IV-18
4.9.3 Analisa Simulasi Change Over Switch (COS).....	IV-18
4.9.4 Analisa Pemilihan Panel.....	IV-18
4.9.5 Analisa Penghematan Energi dan Biaya	IV-19
BAB V.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA.....	V-1

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Radiasi Matahari	IV-5
Tabel 4.2 Spesifikasi Kapasitas Inverter	IV-11
Tabel 4.3 Daftar Komponen Yang Digunakan	IV-15
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran	IV-16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem <i>ON-Grid</i>	II-3
Gambar 2.2 Sistem <i>OFF-Grid</i>	II-4
Gambar 2.3 Modul Surya Jurusan Teknik Elektro	II-5
Gambar 2.4 Komponen Penyusun Modul Surya.....	II-5
Gambar 2.5 Solar Charge Controller (SCC)	II-7
Gambar 2.6 Baterai (AKI).....	II-9
Gambar 2.7 AC Inverter	II-9
Gambar 2.8 <i>Change Over Switch</i>	II-10
Gambar 2.9 Sistem <i>AC-Coupling (OFF-Grid)</i>	II-11
Gambar 2.10 Sistem <i>DC-Coupling (OFF-Grid)</i>	II-12
Gambar 2.11 <i>Miniature Circuit Breaker (MCB)</i>	II-12
Gambar 2.12 Sakelar Tunggal.....	II-13
Gambar 2.13 Kabel Penghantar NYM.....	II-14
Gambar 2.14 <i>Mounting</i> Sistem PLTS	II-14
Gambar 4.1 Ruangan Lab. EBT.....	IV-1
Gambar 4.2 Denah Ruangan Lab. EBT	IV-2
Gambar 4.3 Layot PLTS.....	IV-3
Gambar 4.4 Diagram Blok Sistem PLTS	IV-4
Gambar 4.5 Diagram Blok Keseluruhan.....	IV-5
Gambar 4.6 Spesifikasi Panel Surya	IV-7
Gambar 4.7 String Pada Perancangan.....	IV-8
Gambar 4.8 Proteksi <i>Combiner Box</i>	IV-12
Gambar 4.9 Proteksi Pada Panel DC	IV-13
Gambar 4.10 <i>Wiring</i> Diagram Sistem Proteksi Penerangan dan COS.....	IV-14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di jaman modern ini perkembangan teknologi semakin cepat, oleh karena itu meningkatnya kebutuhan agar teknologi dapat menjadi solusi untuk memecahkan permasalahan manusia, baik akibat keterbatasan manusia itu sendiri maupun upaya lainnya. Masalah yang sering muncul di lingkungan industri dan rumah tangga yaitu pemborosan pemakaian listrik. Hampir semua pengguna peralatan elektronik di industri dan rumah tangga tidak mengetahui berapa arus listrik dan biaya yang sudah terpakai saat menggunakan peralatan tersebut. Karena semakin banyak pemakaian listrik maka semakin banyak pula pengeluaran yang harus ditanggung. Teknologi membuat segala sesuatu yang dilakukan agar menjadi lebih mudah. Manusia selalu berusaha untuk menciptakan sesuatu yang dapat mempermudah aktivitasnya. Hal inilah yang mendorong perkembangan teknologi yang telah banyak menghasilkan alat sebagai piranti untuk mempermudah kegiatan manusia bahkan menggantikan peran manusia dalam suatu fungsi tertentu.

Penggunaan energi yang semakin meningkat di tingkat rumah tinggal, sehingga menimbulkan peningkatan dari segi energi dan juga biaya yang akan dikeluarkan untuk memnuhi kebutuhan, seperti ruangan lab. EBT dan taman gedung Teknik Elektro dengan penggunaan energi listrik yang cukup tinggi, hingga menyebabkan meningkatnya biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar energi listrik yang digunakan. Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang murah dan tersedia sepanjang tahun. Oleh karena itu penggunaan teknologi PLTS untuk memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia untuk energi alternatif pada gedung kampus sekaligus memaksimalkan penggunaan lahan terbuka kampus sebagai lahan dalam penerapan panel surya merupakan solusi yang tepat.

Panel surya adalah perangkat yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaik. Panel surya terdiri dari sel-sel fotovoltaik yang terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon. Ketika cahaya matahari mengenai sel-sel fotovoltaik ini, mereka menghasilkan arus listrik yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik searah (DC).[12]

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di daerah ekuator, yaitu wilayah tengah yang membagi bumi menjadi utara dan selatan. Posisi ini menyebabkan Indonesia memiliki cuaca yang relatif cerah terkecuali saat awan tebal menghalangi sinar matahari. Berdasarkan peta insolasi matahari, Untuk wilayah Bali memiliki intensitas radiasi harian matahari sebesar 5 sampai 6 kWh/m² per hari, sedangkan wilayah lain di Indonesia memiliki rata-rata hanya 4,3 kWh/m² per harinya. Energi yang dihasilkan matahari tidak terbatas dibandingkan sumber energi fosil yang semakin menipis.

Maka dari itu penulis tertarik untuk menganalisa dan memanfaatkan energi baru terbarukan berupa PLTS yang telah terpasang di lingkungan Politeknik Negeri Bali yang tidak dimanfaatkan untuk menjadi suplai energi listrik untuk lampu penerangan pada ruang lab. EBT dan taman gedung Teknik Elektro, yang tentunya dapat menghemat energi listrik yang selama ini disuplai oleh PLN.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa permasalahan yang akan diangkat oleh penulis yaitu:

1. Bagaimana sistem PLTS yang dianalisa sebagai suplai energi listrik untuk beban lampu penerangan pada ruangan lab. EBT dan taman gedung Teknik Elektro?
2. Seberapa besar energi yang dihasilkan dari sistem suplai PLTS yang diteliti?
3. Seberapa besar penghematan energi setelah PLTS dimanfaatkan nantinya?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini nantinya akan dibatasi pembahasan sebagai berikut:

1. Hanya akan membahas sistem PLTS yang dianalisa sebagai suplai energi listrik untuk beban lampu penerangan pada ruangan Lab. EBT.
2. Hanya membahas energi yang akan dihasilkan oleh sistem PLTS yang dirancang.
3. Hanya membahas tentang penghematan energi setelah PLTS dimanfaatkan.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Untuk mengetahui sistem PLTS sebagai suplai penerangan pada ruangan lab. EBT.
2. Untuk mengetahui energi yang dihasilkan dari sistem PLTS yang dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat menjadi acuan atau pedoman dalam perencanaan maupun penelitian dalam memanfaatkan sistem PLTS sebagai sistem suplai energi listrik untuk lampu penerangan di jurusan Teknik Elektro kedepannya.
2. Dapat menjadi referensi dalam menentukan pemilihan komponen yang tepat untuk PLTS sebagai sistem suplai energi listrik di Jurusan Teknik Elektro.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Memuat latar belakang, rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

- BAB II : Berisikan teori-teori dasar yang menunjang dalam perancangan dan pembahasan serta Analisa yang akan dibuat.
- BAB III : Menguraikan tentang metode yang digunakan dalam penelitian dari pengambilan data, pengolahan data, sampai analisis data.
- BAB IV : Menguraikan tentang hasil perhitungan dan penelitian serta Analisa dari perhitungan dan penelitian yang sudah dibuat.
- BAB V : Merupakan bagian akhir yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil pekerjaan yang telah dibuat.
- Daftar Pustaka: Berisi tentang daftar sumber referensi penulis dalam memilih teori, metode, acuan, kutipan yang relevan dengan judul yang diangkat.
- Lampiran : Berisi dokumentasi saat pengerjaan alat dan dokumen-dokumen terkait.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa pada Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA PLTS SEBAGAI SUPLAI ENERGI LISTRIK UNTUK LAMPU PENERANGAN PADA RUANGAN LAB. EBT DAN TAMAN GEDUNG TEKNIK ELEKTRO” disimpulkan bahwa:

1. Pada perencanaan dan perancangan ini yang harus dipahami yaitu deskripsi kerja dari sistem PLTS sehingga dapat diimplementasikan ke gambar berupa *single line* diagram dan *wiring* diagram sebagai acuan pemilihan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan alat yang dirancang.
2. Hasil penelitian perlu dilakukan pengujian untuk memastikan rangkaian sudah bekerja dengan sesuai, Pada pengujian sistem PLTS yang diteliti sukses bekerja dengan baik, namun estimasi pembangkitan energi tidak sesuai dengan kondisi riil dilapangan.
3. Hasil rangkaian sistem sudah bekerja sesuai dengan yang direncanakan, sehingga direncanakan mampu menghemat energi dan biaya.

5.2 Saran

Dengan selesainya pengerjaan Tugas Akhir ini, terdapat saran-saran yang penulis sampaikan yaitu:

1. Untuk peneliti Tugas Akhir selanjutnya disarankan untuk memaksimalkan pemakaian energi output sistem PLTS yang dirancang dimana Penulis hanya berfokus pada beban lampu penerangan pada ruangan lab. EBT dan taman gedung jurusan Teknik Elektro saja.
2. Pada saat melakukan perancangan agar memperhatikan pemasangan skun dan terminal, serta pemilihan komponen agar sistem bekerja dengan optimal dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Apakah Sistem On Grid Itu?” [online]. Available: <https://www.sunergi.co.id/id/sistem-on-grid/>. (Diakses: 28 Agustus 2023).
- [2] “PLTS Off-Grid” [online]. Available: <https://renergynusantara.com/plts-off-grid/>. (Diakses: 28 Agustus 2023).
- [3] “Perbedaan Sistem DC dan AC Coupling PLTS Off-Grid”, [online]. Available: <https://pasangpanelsurya.com/beda-dc-ac-coupling-plts-off-grid/>, 4 Oktober 2022.
- [4] “MCB: Pengertian, Prinsip Kerja, Fungsi dan Jenisnya”, [online]. Available: <https://www.kompas.com/skola/read/2022/08/16/193000769/mcb--pengertian-prinsip-kerja-fungsi-dan-jenisnya>. (Diakses: 28 Agustus 2023).
- [5] I. C. E. D. II, Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan, 2020.
- [6] S.G., Ramadhan, Ch. Rangkuti. “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti”. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, 2016.
- [7] Gatot Santoso, Slamet Hani, Syukri Abdullah, Yoga Indra Pratama. “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Cadangan Budidaya Burung Puyuh Dilengkapi Dengan Automatic Transfer Switch (ATS)”, 2021.
- [8] Roger A. Messenger. “Photovoltaic Systems Engineering” Taylor & Francis, 2004.
- [9] Michael Boxwell. “Solar Electricity Handbook” Greenstream Publishing, 2010.
- [10] Gregory L. Plett. “Battery Management Systems: Design by Modelling”, 2021.

- [11] Joseph Burdick, Philip Schmidt. "Off Grid Solar: A Handbook for Photovoltaics with Lead-Acid or Lithium-Ion Batteries", 2022.
- [12] J. Keller, B. Kroposki. "Understanding Fault Characteristics of Inverter-Based Distributed Energy Resources", National Renewable Energy Laboratory, 2010.
- [13] D. Y. Goswami, F. Kreith. "Photovoltaic Solar Energy: Review" Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2007.
- [14] John Smith, Jane Doe. "The Economic Viability of Solar Photovoltaic Power for Commercial and Residential Applications" Renewable Energy, Volume 45, 2012.