

TUGAS AKHIR D3

ANALISIS BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM DI PLHS SUANA



Oleh :

I Nyoman Rudita

NIM. 2015313080

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

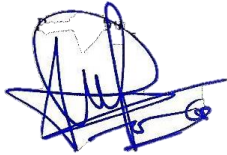
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM di PLHS Suana

Oleh :
I Nyoman Rudita
2015313080

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 I :



Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si
NIP. 196807061994031003

Pembimbing II :



Ni Made Karmiathi, ST.MT.
NIP. 197111221998022001

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 : I Nyoman Rudita

NIM : 2015313090

Program Studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **Analisis Battery Energy Storage System di PLHS Suana** (Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia 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.

Bukit Jimbaran, 14 September 2023

Yang menyatakan,



I Nyoman Rudita
NIM. 2015313080

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan nikmat, rahmat, dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis *Battery Energy Storage System* di PLHS Suana” tanpa ada halangan suatu apapun. Suksesnya pengerjaan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, serta doa yang terus selalu mengalir kepada penulis sehingga pengerjaan Tugas Akhir bisa selesai dengan baik. Banyak pihak yang telah membimbing penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Bapak, I Nyoman Abdi, SE, M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak, Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak, I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
4. Bapak, DR.Ir. I Wayan Jondra, M.Si. selaku Dosen Pembimbing 1 penulis yang telah bersedia membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibuk, Ni Made Karmiathi,ST.MT. selaku Dosen Pembimbing 2 penulis yang telah bersedia membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Keluarga dan teman-teman yang telah banyak memberi dukungan moral maupun materi.

Masih sangat banyak kekurangan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Namun, penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam pembuatan Tugas Akhir ini Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diperlukan agar bisa lebih baik lagi untuk kedepannya. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali khususnya dan pembaca pada umumnya.

Denpasar, Juni 2023

Penyusun

I Nyoman Rudita

Nim. 2015313080

Analisis Battery Energy Storage System di PLHS Suana

Oleh : I Nyoman Rudita

Abstrak

Seluruh wilayah di Indonesia yang berpenduduk harus terlistriki, termasuk daerah yang terpencil seperti Nusa Penida. Maka, perlu adanya satu sistem PLT EBT, salah satu yang merupakan PLT EBT adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Berkaca dari hal ini contoh penggunaan PLTS di Bali yakni adalah PLTS di Desa Suana Nusa Penida . Penentuan spesifikasi BESS sangat menentukan kinerja PLTS, karena hal ini merupakan suatu hal yang baru, maka dipandang perlu melaksanakan penelitian ini . Penelitian ini bertujuan untuk mampu menjelaskan fungsi dan cara kerja BESS, mampu menganalisis penentuan komponen dan spesifikasi BESS serta mampu menganalisis nilai SCC dan baterai BESS PLHS Suana Nusa Penida. Metodologi penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan menganalisis data iradiasi matahari, hasil daya output PLHS, hasil daya output BESS, beban Nusa Penida, serta data komponen PLHS. BESS berfungsi sebagai *smoothing* intermittency PV, sehingga BESS berguna untuk back-up daya dari PLTS. Ketika hasil daya PLTS menurun akibat iradiasi matahari yang kecil BESS akan menyuplai daya lebih besar dibandingkan sebelumnya. BESS terdiri dari 8 modul baterai yang masing masing modul tersusun dari 52 sel baterai. 1 cubicle baterai dihubungkan seri dengan cubicle lainnya dengan maksimal komponen sebanyak 3 buah. Namun dari spesifikasi inverter, cubicle dapat di paralel hingga 5 buah. BESS melakukan *charge* pada posisi atau pada nilai iradiasi matahari yang tinggi, hal ini terjadi karena pada saat iradiasi tinggi fungsi BESS hanya sebagai penyeimbang intermittency PV sehingga hanya menyimpan kelebihan daya ketika siang, dan tidak bekerja ketika malam hari. Perlu adanya pengoptimalan fungsi BESS sebagai penyimpan daya hingga malam hari, agar tidak terjadi defisit energi di Nusa Penida saat malam hari

Kata kunci : BESS, SCC, baterai, PLHS, komponen

Analysis of the Battery Enrgy Storage System at PLHS Suana

From : I Nyoman Rudita

Abstraction

All populated areas in Indonesia must be electrified, including remote areas such as Nusa Penida. So, it is necessary to have an EBT PLT system, one of which is an EBT PLT is a Solar Power Plant (PLTS). Reflecting on this, an example of using PLTS in Bali is PLTS in Suana Village, Nusa Penida. The determination of BESS specifications greatly determines the performance of PLTS, because this is something new, it is deemed necessary to carry out this research. This study aims to be able to explain the functions and workings of BESS, to be able to analyze the determination of BESS components and specifications and to be able to analyze the value of SCC and BESS PLHS Suana Nusa Penida batteries. The research methodology used is descriptive quantitative research by analyzing solar irradiation data, PLHS output power results, BESS output power results, Nusa Penida loads, and PLHS component data. BESS functions as a PV intermittency smoothing, so BESS is useful for power back-up from PLTS. When the PLTS power output decreases due to low solar irradiation, BESS will supply more power than before. BESS

consists of 8 battery modules, each of which is composed of 52 battery cells. 1 cubicle battery is connected in series with another cubicle with a maximum of 3 components. However, from the inverter specifications, cubicles can be paralleled up to 5 units. BESS charges at a position or at a high solar irradiance value, this happens because at high irradiation the function of BESS is only as a counterweight to PV intermittency so that it only stores excess power during the day, and does not work at night. There is a need to optimize the BESS function as a power storage until evening, so that there is no energy deficit in Nusa Penida at night

Keyword : BESS, SCC, battery, PLHS, component

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | i |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| ABSTRAK..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | I-1 |
| I. BAB I PENDAHULUAN..... | I-2 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | I-2 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | I-3 |
| 1.3 Batasan Masalah | I-4 |
| 1.4 Tujuan dan Manfaat | I-4 |
| 1.5 Sistematika Tugas Akhir..... | I-4 |
| II. BAB II LANDASAN TEORI..... | II-1 |
| 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Nusa Penida | II-1 |
| 2.2 PLTS | II-1 |
| 2.3 PLTS Off-Grid..... | II-2 |
| 2.4 PLTS On-Grid..... | II-2 |
| 2.5 PLTS <i>Hybrid</i> | II-3 |
| 2.6 Modul Surya atau <i>Photovoltaic</i> | II-4 |
| 2.7 Inverter..... | II-5 |
| 2.8 <i>Solar Charge Controller (SCC)</i> | II-6 |
| 2.9 PLTS dengan BESS | II-6 |
| 2.10 Penggunaan Jenis Baterai pada PLTS | II-7 |
| 2.11 Baterai Manajemen Sistem (BMS)..... | II-9 |
| 2.12 <i>Pyranometer</i> | II-10 |
| III. BAB III METODOLOGI..... | III-1 |
| 3.1 Jenis Penelitian | III-1 |

| | |
|---|-------|
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian | I-1 |
| 3.3 Tahap Penelitian | III-1 |
| 3.4 Pengumpulan Data | III-2 |
| 3.5 Sumber Data | III-2 |
| 3.6 Pengambilan Data | III-2 |
| 3.7 Pengolahan Data | III-3 |
| 3.8 Analisis Data..... | III-3 |
| IV. BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS..... | IV-1 |
| 4.1 Pembahasan | IV-1 |
| 4.1.1 Gambaran Umum Pembangkit Listrik Hybrid Surya Suana Nusa Penida ... | IV-1 |
| 4.1.2 Fungsi dan Cara Kerja BESS Berdasarkan Data | IV-4 |
| 4.1.3 Komponen Utama dari PLHS Suana | IV-4 |
| 4.2 Analisis | IV-9 |
| 4.2.1 Fungsi dan Cara Kerja dari BESS..... | IV-9 |
| 4.2.2 Menentukan Spesifikasi Komponen Baterai pada BESS | IV-11 |
| 4.2.3 Menganalisis Nilai SCC dari BESS..... | IV-14 |
| V. BAB V PENUTUP | V-1 |
| 5.1 Kesimpulan | V-1 |
| 5.2 Saran | V-2 |
| DAFTAR PUSTAKA | V-1 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-------|
| Gambar 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Nusa Penida..... | I-1 |
| Gambar 2.2 PLHS Suana Nusa Penida..... | II-2 |
| Gambar 2.3 Skema PLTS Off-Grid..... | II-2 |
| Gambar 2.4 Skema PLTS On-Grid..... | II-3 |
| Gambar 2.5 Skema PLTS Hybrid..... | II-4 |
| Gambar 2.6 Modul Surya <i>Monocrystalline</i> | II-4 |
| Gambar 2.7 Modul Surya <i>Polycrystalline</i> | II-5 |
| Gambar 2.8 Inverter..... | II-5 |
| Gambar 2.9 Skema BESS..... | II-6 |
| Gambar 2.10 Proses <i>Electrochemical</i> dalam Baterai <i>Lithium-ion</i> | II-7 |
| Gambar 2.11 Degradasi Kapasitas Baterai sesuai Umur Pemakaiannya..... | II-8 |
| Gambar 2.12 Degradasi Kapasitas Pengisian dan Pembuangan..... | II-8 |
| Gambar 2.13 Rangkaian BMS..... | II-9 |
| Gambar 2.14 <i>Pyranometer</i> | II-10 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian..... | III-1 |
| Gambar 4.1 PLHS Suana..... | IV-1 |
| Gambar 4.2 Single Line PLHS Suana..... | IV-2 |
| Gambar 4.3 Grafik Beban Harian Nusa Penida Per. 18 April 2023..... | IV-3 |
| Gambar 4.4 Modul Surya JA Solar JAM72S30 525-550/MR..... | IV-5 |
| Gambar 4.5 Huawei tipe SUN2000-215KTL-H0 <i>String Inverter</i> | IV-6 |
| Gambar 4.6 Hitachi tipe PS1000..... | IV-7 |
| Gambar 4.7 <i>Battery Energy Storage Cabinet</i> | IV-8 |
| Gambar 4.8 Grafik <i>Pyranometer</i> Bulan Desember..... | IV-11 |
| Gambar 4.9 Rack Baterai..... | IV-12 |

| | |
|--|-------|
| Gambar 4.10 Sell Baterai | V-12 |
| Gambar 4.11 Modul Baterai..... | IV-13 |
| Gambar 4.12 Sistem Rack Baterai..... | IV-14 |
| Gambar 4.13 Perbandingan Grafik Beban PLHS, Charge BESS dan Pyranometer..... | IV-16 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-------|
| Tabel 2.1 Karakteristik Teknologi Baterai | I-8 |
| Tabel 4.1 <i>Discharge</i> Priode Desember – April..... | IV-4 |
| Tabel 4.2 Spesifikasi Modul Surya..... | IV-5 |
| Tabel 4.3 Spesifikasi Inverter..... | IV-6 |
| Tabel 4.4 Spesifikasi Inverter Baterai..... | IV-7 |
| Tabel 4.5 <i>Battery Energy Storage Cabinet</i> | IV-9 |
| Tabel 4.6 Spesifikasi Sel Baterai..... | IV-13 |
| Tabel 4.7 Spesifikasi Komponen <i>Battery Rack</i> | IV-14 |
| Tabel 4.8 <i>Charge</i> Priode Desember – April..... | IV-15 |
| Tabel 4.9 Data <i>Charge</i> pada Tanggal 15 Desember 2022..... | IV-17 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam perkembangan teknologi dalam bidang kelistrikan khususnya di Bali, tentunya harus mempertimbangkan energi hijau yang dimana hal ini membantu dalam segi mencapai pengurangan penggunaan bahan – bahan yang mungkin akan mencemari lingkungan disekitar[1].

Seluruh wilayah di Indonesia yang berpenduduk harus terlistriki, termasuk daerah yang terpencil seperti Nusa Penida. Pada prakteknya penyediaan listrik di Indonesia dilakukan oleh berbagai aktor, antara lain kementerian, pemerintah daerah, organisasi non-pemerintah dan komunitas serta PLN, perusahaan listrik milik negara. Ketiadaan sebuah perencanaan tunggal sebagai acuan dan ketiadaan mekanisme koordinasi dapat menyebabkan program elektrifikasi perdesaan menjadi tidak efektif, saling tumpang tindih, dan berbiaya tinggi[1]

Kondisi geografis, luasnya wilayah dan penyebaran penduduk yang tidak merata menyebabkan penyediaan listrik di daerah - daerah terpencil dan pedesaan juga menghadapi berbagai kendala sosial, teknis, dan ekonomi[1].

Indonesia yang kaya sinar matahari, PLTS merupakan salah satu solusi untuk melistriki daerah terpencil karena tenaga surya yang telah dimanfaatkan saat ini adalah salah satu sumber yang paling menjanjikan energi untuk sekarang. [2].

Maka dari pada itu salah satu sistem tenaga listrik yang tetap menjalankan kegunaannya namun juga tidak menyebabkan pencemaran lingkungan yaitu PLT EBT, salah satu yang merupakan PLT EBT adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada PLTS itu sendiri tidak memiliki daya konstan karena kapasitas keluarannya tergantung pada tingkat radiasi matahari yang selalu berubah setiap waktu. PLTS dinilai dari seberapa banyak energi yang bisa dihasilkan, bukan seberapa besar dayanya, kecuali pada sistem yang memiliki *storage system*[3]. PLTS dapat dioperasikan Off-Grid dan On-Grid, dimana sistem PLTS Off-Grid ini merupakan sistem PLTS yang tidak dihubungkan ke jaringan PLN, sedangkan sistem PLTS On-Grid merupakan sistem PLTS yang

terhubung ke jaringan PLN. Kemudian ada juga PLTS Hybrid yang dimana PLTS ini merupakan penggabungan satu pembangkit dengan pembangkit lainnya[10].

Kelemahan PLTS adalah *intermiten* yaitu tidak tersedia secara terus menerus, sehingga mempengaruhi listrik yang dapat dihasilkan. [4]. Untuk menutupi kelemahan PLTS tersebut dibutuhkan Penyimpanan energi (*energy storage*). Permasalahan penyimpanan baterai adalah harga baterai relatif cukup mahal dan memiliki masa operasional yang terbatas[4].

Banyak strategi untuk mengatasi kelemahan baterai antara lain memilih teknologi atau jenis baterai yang sesuai dengan kegunaannya, Dari berbagai macam pilihan teknologi penyimpanan, salah satu metode penyimpanan energi yang mutakhir oleh sistem PLTS Off-Grid saat ini adalah sistem penyimpanan baterai atau dikenal dengan istilah *Battery Energy Storage System (BESS)*. BESS berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada saat matahari bersinar sehingga bisa digunakan pada saat malam hari[5].

Berkaca dari hal ini contoh penggunaan PLTS di Bali yakni adalah PLHS di Desa Suana Nusa Penida. Pembangkit Listrik Hybrid Surya Suana, Nusa Penida merupakan salah satu pembangkit yang mendistribusikan daya untuk pulau Nusa Penida dan sekitarnya. Pembangkit Solar PV yang dikombinasikan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel. PLHS ini merupakan salah satu program untuk mendukung kegiatan G20 yang diselenggarakan di Indonesia, khususnya di Bali, PLHS ini diresmikan pada saat kegiatan G20 tersebut berlangsung.[6] Dalam sistem PLTS ada beberapa komponen – komponen yang berperan penting dalam menunjang fungsi dan kegunaan PLTS tersebut yakni : panel surya, inverter, *solar charger controller (SCC)* dan *battery energy storage system (BESS)*. [7]. Penentuan spesifikasi BESS sangat menentukan kinerja PLTS, karena hal ini merupakan suatu hal yang baru, maka diapandang perlu melaksanakan penelitian ini dengan judul : Analisis Spesifikasi *Komponen Battery Energy Storage System* di PLHS Suana

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat diketahui perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana fungsi dan cara kerja BESS PLHS Suana Nusa Penida?

2. Bagaimana cara menentukan baterai berdasarkan inverter dalam BESS PLHS Suana Nusa Penida ?
3. Bagaimana menganalisis nilai SCC dari baterai BESS ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

Data – data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang diambil pada PLHS Suana Nusa Penida. Sehingga penulis membatasi batasan masalah sesuai dengan data yang diambil pada PLHS Suana Nusa Penida..

1.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat dari analisis komponen – komponen BESS pada PLHS Suana Nusa Penida adalah sebagai berikut :

1. Dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja dari penggunaan BESS pada PLHS Suana Nusa Penida
2. Dapat menganalisis komponen – komponen dan spesifikasi dari BESS pada PLHS Suana Nusa Penida
3. Dapat mengevaluasi nilai SCC dari baterai dalam BESS PLHS Suana Nusa Penida

1.5 Sistematika Tugas Akhir

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan bagian yang berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika Tugas Akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Merupakan bagian yang berisikan tentang teori-teori dasar yang menunjang dalam pembahasan.

BAB III : METODOLOGI

Merupakan bagian yang berisi tentang tempat, waktu penelitian, Teknik pengambilan data, jenis data yang diperlukan, teknik pengolahan data, dan alur penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Merupakan bagian yang berisikan tentang spesifikasi baterai, nilai proteksi arus lebih, tegangan lebih, dan sistem proteksi suhu.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bagian yang berisikan tentang kesimpulan serta saran dari keseluruhan pembahasan dan Analisa data.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis di atas ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian kali ini, diantaranya sebagai berikut :

- 1) Pengimplementasian *Storage System* pada Pembangkit Listrik Hybrid Surya Suana yang dimana menggunakan BESS memiliki fungsi yang sedikit berbeda yaitu sebagai *smoothing*, maksudnya adalah guna BESS ini agar jika terjadi shading atau *intermeten* yang menyebabkan nilai dari intensitas cahaya matahari berdasarkan pengukuran dengan alat *Pyranometer* menurun tidak menyebabkan penurunan daya yang signifikan dari PLHS itu sendiri.
- 2) Pemilihan komponen utama pada BESS PLHS Suana khususnya baterai harus dihitung dengan sebagaimana mestinya. Data menunjukkan bahwa BESS hanya sekali bekerja mendekati nilai tertinggi *discharge* yaitu 950 Amper, namun pernah juga arus *dishargenya* meningkat mencapai 984 Amper, beruntung hal tersebut tidak merusak baterai. Hasil dari 52 Cell pada satu module yang menghasilkan 166.4 yang dimana pada 52 Cell yang terhubung secara seri, 3 modul kemudian dihubungkan seri untuk menghasilkan tegangan 1.164,8 Volt DC, sehingga mendekati tegangan inverter 1.250 VDC memiliki arus yang tetap yaitu 280Ah. Kemudian 1 Bank Baterai yang terdiri dari 3 Cubicel Baterai ini di paralel sebanyak 3, namun jika melihat dari spesifikasi inverternya bisa mencapai 5 paralel untuk bisa menghasilkan daya yang lebih sesuai atau mendekati spesifikasi dari inverter yaitu 1.400VDC.
- 3) Pada posisi *charge*, yaitu terjadi ketika hasil pengukuran oleh alat *pyranometer* menunjukkan intensitas cahaya matahari sedang tinggi atau terik. Sehingga pada posisi ini BESS atau *Battery Energy Storage System* tidak melakukan fungsinya sebagai *smoothing*. Dikarenakan PLHS mampu untuk menghasilkan energi yang cukup tinggi yang dimana ini sesuai dengan data pengukuran di sisi keluaran Inverter BESS. Dalam hal ini setiap variable data baik itu dari iradirasi matahari, beban PLHS, *charge* dan *discharge* dari baterai sangat menentukan bahwa sistem BESS tersebut bisa berjalan sesuai dengan sebagaimana mestinya.

5.2 Saran

Dalam penelitian kali ini ada beberapa poin yang bisa digunakan sebagai bahan evaluasi pada penelitian selanjutnya, diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1) Pemahaman yang lebih jelas terkait dengan fungsi dan cara kerja *Battery Energy Storage System* selain sebagai *smoothing* seperti yang dijelaskan di atas.
- 2) Perbaiki atau dapat mencari tau error yang terjadi pada sistem pengaturan dari Pembangkit Listrik Hybrid Surya Suana Nusa Penida.
- 3) Pada setiap data baik itu *pyranometer*, beban PLHS dan lainnya harus dimengerti secara mendetail apakah sesuai data yang satu dengan yang lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mursanti, Erina; Tumiwa, Fabby, “Strategi Penyediaan Akses Listrik di Perdesaan dan Daerah Terpencil Di Indonesia”, *Institute for Essential Services Reform*: Jakarta, 2019.
- [2] Boedoyo, Mohamad Sidik, ”Potensi dan Peranan Plts Sebagai Energi Alternatif Masa Depan di Indonesia”, *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, vol 14.2, pp. 146-152, 2013.
- [3] Bhaktiar, and Tadjuddin, “Pengaruh Battery Management System (BMS) Pada Pengisian Baterai Lithium Sistem PLTS”, dalam Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, 2021, pp. 85-91
- [4] Energi, Kementerian; Mineral, Sumber Daya. “Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS Atap di Indonesia”. Jakarta:KESDM, 2020.
- [5] Tambunan, H. B, *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish, 2020.
- [6] Dinas KOMINFO., “Jelang KTT G20, PLN Pamerkan 2 PLTS dan 33 PV Rooftop”, [online] 2022, <https://kominfo.jatimprov.go.id/> (Accessed: 30 Agustus 2023)
- [7] Indriani, Novi and Ganiwa, Iwa, “Optimasi *Battery Energy Storage System* Dalam Mengatasi Renewable Energy Intermittency dan Load Leveling”, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi(ELKOM)*, vol 4.1, pp. 11-20, 2022.
- [8] Fikri, M. Fathoni; Ardiansyah, R. Adhitya; Hudaya, “Studi Optimasi Pembangkit Listrik Berbasis Energi Terbarukan pada Sistem Kelistrikan Pulau Nusa Penida Bali” dalam Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung, 2019, pp.265-275
- [9] Hasanah, Aas Wasri; Koerniawan, Tony; Yuliansyah, “Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem OFF-GRID di STT-PLN”, *Energi & Kelistrikan*, vol 10.2, pp. 93-101, 2018.
- [10] S. Saodah and N. Hariyanto. "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Kapasitas 3 kVA". Bandung: 2022
- [11] Sukmajati, Sigit; Hafidz, Mohammad, “Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid di Yogyakarta”, *Energi & Kelistrikan*, vol 7.1, pp. 49-63, 2015.
- [12] Anonim, <http://eprints.polsri.ac.id/4612/3/FILE%20III.pdf> (Accessed: 25 Agustus 2023)

- [13] Yurika, "Dorong Riset PLTS, Schneider Electric Serahkan Peralatan Solar Inverter ke Universitas Sriwijaya", [online] 2022, www.dunia-energi.com (Accessed: 30 Agustus 2023)
- [14] Nur, Afandi; Fadlika, Irham, "Rancang Bangun Off-Grid System Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sebagai Modul Pembelajaran Bagi Mahasiswa Universidade Oriental De Timor Lorosa'e (UNITAL)", Prosiding SNAPP, pp. 349-359, 2021.
- [15] M. Afkar Gumintang, M. Faizal Sofyan, "Design and Control of PV Hybrid System in Practice", Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH: Jakarta Pusat, 2020.
- [16] Diantari, R. Aita; Erlina; W. Christine, "Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS", Energi & Kelistrikan, vol 9(2), pp. 120-125, 2017.
- [17] Chapman,Becky, [online], <https://letstalkscience.ca/> (Accessed: 13 April 2023)
- [18] Steve G. Greenbaum."Lithium Ion Batteries, Electrochemical Reactions in"
- [19] Junaidi; Kho Hie Khwee; A. Hiendro, "Migrasi Baterai Lithium dari Mode Otomotif ke Mode Penyimpan Energi untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya", Jurnal Teknik Elektro, vol 8.2, 2016.
- [20] Podias; Andreas, "Sustainability Assessment of Second Use Applications of Automotive Batteries: Ageing of Li-Ion Battery Cells in Automotive and Grid-Scale Applications", World Electric Vehicle Journal, vol 9(2), 24, 2018.
- [21] Lawder; Matthew T; B. Suthar, "Penyimpanan Energi Baterai System (BESS) dan Battery Management System (BMS) untuk Aplikasi Skala Grid", Proceedings of the IEEE, vol 102(6), pp. 1014-1030, 2014.
- [22] Maruki Reza; Zoni,Mirza, "Menentukan Performance Baterai LiFePO4 Pada PLTS Menggunakan Battery Management System (BMS)", Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Industrial Technology, Bung Hatta University, vol 19(1), pp. 1-1, 2022.
- [23] R. Himawan. PyranoMeter, Jambi : SMA Negeri 1 Jambi. 2020.
- [24] Hardani; H. Andriani; J. Ustiawaty; E. F Utami; R. Rahmatul; R. A. Fardani; D. J. Sukmana; N. H. Auliya, "Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif", Yogyakarta: CV Pustaka Ilmu Group, 2020.