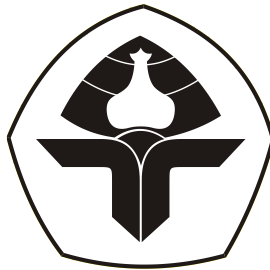


TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PLTS ATAP SISTEM *ON-GRID* DI VILLA UNGASAN, KUTA SELATAN, BADUNG



Disusun Oleh:

I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa

NIM. 2015313123

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Diploma III

**PERENCANAAN PLTS ATAP SISTEM *ON-GRID* DI VILLA UNGASAN, KUTA
SELATAN, BADUNG**



Disusun Oleh:

I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa

NIM. 2015313123

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PERENCANAAN PLTS ATAP SISTEM *ON-GRID* DI VILLA UNGASAN, KUTA
SELATAN, BADUNG

Disusun Oleh:

I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa

NIM. 2015313123

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

Disetujui Oleh:

Jimbaran, Agustus 2023

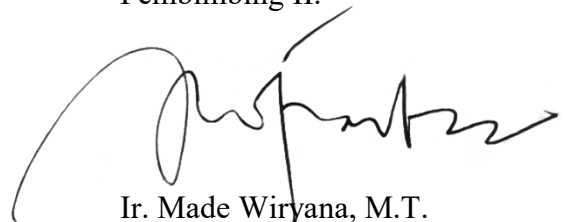
Pembimbing I:



Ir. I Ketut Suryawan, M.T.

NIP. 196705081994031001

Pembimbing II:



Ir. Made Wiryana, M.T.

NIP. 196707011994031004

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 Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa
NIM : 2015313123
Program Studi : DIII 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 **“Perencanaan PLTS Atap Sistem *On-Grid* di Villa Ungasan, Kuta Selatan, Badung”**, beserta perangkat yang ada (diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap menacantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jimbaran, 5 September 2023

Yang Membuat Pernyataan,



I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa

NIM. 2015313123

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa
NIM : 2015313123
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Perencanaan PLTS Atap Sistem *On-Grid* di Villa Ungasan, Kuta Selatan, Badung”** adalah benar karya sendiri dan bukan menjiplak atau merupakan hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda sitasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian 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.

Jimbaran, 5 September 2023

Yang Membuat Pernyataan,



I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa

NIM. 2015313123

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan PLTS Atap Sistem *On-Grid* di Villa Ungasan, Kuta Selatan, Badung”** dengan tepat waktu.

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

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 Politeknik Negeri Bali,
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik,
4. Bapak Ir. I Ketut Suryawan, M.T. selaku Pembimbing 1 Tugas Akhir,
5. Bapak Ir. I Made Wiryana, M.T. selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir,
6. Ibu Ni Putu Netty Wedari selaku pengurus dari Villa Ungasan,
7. Keluarga yang senantiasa mendukung penulis dalam penyusunan Tugas Akhir,
8. Teman-teman yang senantiasa saling membantu,
9. Seluruh pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mohon maaf dan meminta bimbingannya untuk memperbaiki Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Jimbaran, 5 September 2023



I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa

NIM. 2015313123

PERENCANAAN PLTS ATAP SISTEM *ON-GRID* DI VILLA UNGASAN, KUTA SELATAN, BADUNG

Oleh: I Gusti Ngurah Bagus Anggayoga Prabawa

ABSTRAK

Meningkatnya konsumsi listrik bertolak belakang dengan ketersediaan pasokan energi konvensional yang cenderung semakin menipis. Pembangkit listrik di Indonesia saat ini didominasi oleh bahan bakar fosil berupa batubara, gas bumi, dan bahan bakar minyak yang totalnya mencapai kisaran 86% pada tahun 2021. Pemerintah Indonesia menargetkan untuk meningkatkan bauran energi baru terbarukan agar mencapai 23% pada tahun 2025. Potensi pemasangan PLTS atap di Indonesia adalah sekitar 32,5 GW. PLTS atap yang terpasang di Indonesia adalah sekitar 71,35 MW atau hanya sekitar 0,2% dari potensi pemasangan hingga tahun 2022. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan PLTS sistem *on-grid* di Villa Ungasan. Perencanaan PLTS memperhatikan potensi kapasitas daya PLTS berdasarkan iradiasi dan temperatur di lokasi penelitian dan peraturan dari pemerintah yaitu sebesar 15% dari daya terpasang. Hasil dari penelitian didapatkan bahwa konsumsi energi listrik di Villa Ungasan adalah sekitar 20 MWh dalam satu tahun dengan rata-rata konsumsi energi listrik sekitar 742,4 kWh perhari. Potensi kapasitas PLTS atap sistem *on-grid* adalah sekitar 20,3 kWp dan potensi energi listrik yang dihasilkan adalah sekitar 104.62 kWh/hari. Kapasitas PLTS yang direncanakan adalah sebesar 4025 Wp dengan estimasi produksi energi listrik sekitar 5,22 MWh dalam satu tahun.

Kata kunci: Energi terbarukan, PLTS atap, PLTS sistem *on-grid*

ABSTRACT

The increase in electricity consumption is in contrast to the dwindling availability of conventional energy supplies. Electricity generation in Indonesia is currently dominated by fossil fuels with a total reaching around 86% in 2021. The Indonesian government targets to increase the mix of new and renewable energy to reach 23% in 2025. Installation potential of rooftop solar system in Indonesia is around 32,5 GW. The system is installed around 71.35 MW or only around 0.2% of the installation potential in Indonesia until 2022. This research aims to plan an *on-grid* rooftop solar power plant at Villa Ungasan. The planning is taking into account the potential power capacity based on irradiation and temperature at the research location and government regulations, namely to plan 15% of the installed grid-power. The results of this research conclude electrical energy consumption at Villa Ungasan is around 20 MWh in one year with an average electrical energy consumption of around 742.4 kWh per day. The potential capacity is around 20.3 kWp and the potential electricity generated is around 104.62 kWh/day. The planned rooftop solar power plant capacity is 4025 Wp with an estimated electricity production of around 5,22 MWh in one year.

Keywords: Renewable energy, rooftop solar power plant, grid-connected solar power plant

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I: PENDAHULUAN.....	I - 1
1.1 Latar Belakang.....	I - 1
1.2 Rumusan Masalah.....	I - 2
1.3 Batasan Masalah	I - 2
1.4 Tujuan	I - 3
BAB II: LANDASAN TEORI.....	II - 1
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	II - 1
2.1.1 PLTS Sistem <i>Off-Grid</i>	II - 1
2.1.2 PLTS Sistem <i>On-Grid</i>	II - 2
2.1.3 PLTS Sistem <i>Hybrid</i>	II - 3
2.2 Modul Surya.....	II - 3
2.3 Inverter	II - 4
2.3.1 String Inverter.....	II - 5

2.3.2	Micro-Inverter	II - 5
2.4	Potensi Pemasangan PLTS	II - 6
2.4.1	Iradiasi Matahari	II - 6
2.4.2	Temperatur	II - 6
2.5	Perencanaan PLTS.....	II - 7
2.5.1	Perencanaan Kapasitas PLTS.....	II - 7
2.5.2	Kapasitas Inverter	II - 8
2.5.3	Orientasi Modul Surya.....	II - 8
2.5.4	Konfigurasi Seri dan Paralel Modul Surya	II - 9
2.6	Estimasi Produksi Energi Listrik PLTS.....	II - 9
2.6.1	Keluaran Energi Listrik PLTS	II - 9
2.6.2	Temperatur PV Module	II - 10
2.6.3	Menghitung Luas Array	II - 11
2.6.4	Potensi <i>Losses</i> pada Sistem PLTS.....	II - 11
BAB III: METODOLOGI PENELITIAN		III - 1
3.1	Jenis Penelitian	III - 1
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	III - 1
3.3	Tahapan Penelitian	III - 1
3.4	Pengambilan Data.....	III - 2
3.4.1	Data Primer	III - 2
3.4.2	Data Sekunder.....	III - 2
3.5	Pengolahan Data.....	III - 3
3.5.1	Perhitungan Konsumsi Energi Listrik.....	III - 3
3.5.2	Perhitungan Potensi PLTS pada Lokasi Penelitian	III - 3
3.5.3	Perhitungan Kapasitas PLTS	III - 3

3.5.4	Perhitungan Estimasi Produksi PLTS.....	III - 4
3.5.5	Blok Diagram Sistem PLTS	III - 4
3.6	Analisis Data	III - 4
 BAB IV: PEMBAHASAN DAN ANALISIS		IV - 1
4.1	Gambaran Umum Villa Ungasan	IV - 1
4.2	Kebutuhan Energi Listrik Villa Ungasan	IV - 1
4.3	Iradiasi Matahari di Villa Ungasan.....	IV - 6
4.4	Temperatur Udara di Villa Ungasan	IV - 7
4.5	Potensi Daya dan Energi PLTS pada Atap Villa Ungasan	IV - 8
4.6	Perencanaan PLTS.....	IV - 11
4.6.1	Penentuan Modul Surya	IV - 11
4.6.2	Penentuan Inverter yang Digunakan	IV - 12
4.6.3	Penentuan Kapasitas PLTS.....	IV - 13
4.6.4	Konfigurasi Seri-Paralel Modul Surya	IV - 15
4.6.5	Penentuan Sistem Proteksi	IV - 16
4.6.6	Diagram PLTS.....	IV - 17
4.6.4	Estimasi Produksi PLTS.....	IV - 18
 BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN.....		V - 1
5.1	Kesimpulan	V - 1
5.2	Saran	V - 1
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN.....		L - 1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTS <i>Off-Grid</i>	II - 1
Gambar 2.2 Skema PLTS Sistem <i>On-Grid</i>	II - 2
Gambar 2.3 PLTS Atap Sistem <i>On-Grid</i>	II - 3
Gambar 2.4 Skema PLTS Sistem <i>Hybrid</i>	II - 3
Gambar 2.5 Susunan sel surya, <i>module</i> , dan <i>array</i>	II - 4
Gambar 2.6 Jenis <i>inverter</i> ; (a) <i>string inverter</i> , dan (b) <i>micro-inverter</i>	II - 4
Gambar 2.7 <i>String Inverter</i>	II - 5
Gambar 2.8 <i>Micro-Inverter</i>	II - 5
Gambar 2.9 Pengaruh Intensitas Iradiasi Matahari terhadap Daya Keluaran Modul Surya	II - 6
Gambar 2.10 Pengaruh Temperatur terhadap Daya Keluaran Modul Surya.....	II - 7
Gambar 3.1 Villa Ungasan Sumber: Google Maps	III - 1
Gambar 3.2 Diagram alir tahapan penelitian	III - 2
Gambar 3.3 Diagram PLTS <i>On-Grid</i>	III - 4
Gambar 4.1 Grafik Energi Listrik tiap 30 Menit di Villa Ungasan.....	IV - 4
Gambar 4.2 Perbandingan Pemakaian Daya Listrik dengan Daya Output PLTS	IV - 4
Gambar 4.3 Grafik Konsumsi Energi pada tahun 2022	IV - 6
Gambar 4.4 Atap Villa Ungasan.....	IV - 8
Gambar 4.5 Modul Surya Longi LR5-72HTH 575M	IV - 11
Gambar 4.6 Inverter Solis S6-GR1P(3.6)K	IV - 12
Gambar 4.7 Visualisasi PLTS atap Villa Ungasan	IV - 15
Gambar 4.8 Diagram PLTS sistem <i>on-grid</i> Villa Ungasan	IV - 18
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Konsumsi Energi dan Produksi Energi dalam Setahun.....	IV - 20

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Losses</i> pada Sistem PLTS	II - 11
Tabel 3.1 Data primer dan sumber data.....	III - 2
Tabel 3.2 Data sekunder dan sumber data.....	III - 3
Tabel 4.1 Data Pengukuran	IV - 2
Tabel 4.2 Data Energi Listrik dan Daya Listrik Villa Ungasan.....	IV - 3
Tabel 4.3 Data Pemakaian Energi Listrik di Villa Ungasan pada Tahun 2022	IV - 5
Tabel 4.4 Data Iradiasi Matahari di Villa Ungasan pada Tahun 2022.....	IV - 7
Tabel 4.5 Data Temperatur Udara di Villa Ungasan pada Tahun 2022	IV - 7
Tabel 4.6 Spesifikasi Modul Surya Longi LR5-72HTH 575M.....	IV - 11
Tabel 4.7 Spesifikasi Inverter S6-GR1P(3.6)K.....	IV - 13
Tabel 4.9 Estimasi Produksi Energi Listrik.....	IV - 19
Tabel 4.10 Perbandingan Konsumsi Energi Listrik dan Produksi Energi Listrik ..	IV - 20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Data Konsumsi Listrik Villa Ungasan Ketika Ada Tamu	L - 1
Lampiran A.2 Data Konsumsi Listrik Villa Ungasan Ketika Tidak Ada Tamu	L - 2
Lampiran B.1 Data Iradiasi Matahari Villa Ungasan Tahun 2022	L - 3
Lampiran B.2 Data Temperatur Udara Villa Ungasan Tahun 2022	L - 5
Lampiran C.1 <i>Datasheet</i> Modul Surya	L - 7
Lampiran C.2 <i>Datasheet</i> Inverter	L - 8
Lampiran D.1 Simulasi Produksi Energi Listrik dengan OpenSolar	L - 9

BAB I:

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, listrik telah menjadi kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia. Konsumsi listrik terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan berkembangnya teknologi dalam era globalisasi. Di Indonesia sendiri, konsumsi listrik meningkat 19% dari 909 kWh perkapita di tahun 2015 menjadi 1122 kWh perkapita di tahun 2021 [1]. Pembangkit listrik di Indonesia saat ini didominasi oleh energi konvensional (bahan bakar fosil) berupa batubara, gas bumi, dan bahan bakar minyak yang totalnya mencapai 86% pada tahun 2021 [2]. Meningkatnya konsumsi listrik bertolak belakang dengan ketersediaan pasokan energi konvensional yang semakin menipis. Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan energi baru terbarukan. Energi terbarukan berasal dari proses alam yang terjadi secara berkelanjutan tanpa harus menunggu jutaan tahun untuk diproduksi kembali seperti energi konvensional [3]. Pemerintah Indonesia berupaya untuk menaikkan persentase bauran energi terbarukan dalam bauran energi nasional untuk menjadi 23% pada tahun 2025 [4]. Upaya transisi energi secara internasional juga didorong oleh prinsip untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dengan menggunakan energi bersih sehingga mengurangi dampak pemanasan global yang apabila tidak dihiraukan dapat menyebabkan perubahan iklim [5].

Salah satu sumber energi terbarukan yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik adalah sinar matahari. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bekerja dengan mengkonversikan energi foton pada sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan sel fotovoltaik [6]. Semakin tinggi intensitas iradiasi matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya [7]. Indonesia sebagai negara tropis yang berada di garis khatulistiwa memiliki rata-rata intensitas iradiasi matahari berkisar 4,8 kWh/m²/hari [8]. Kisaran iradiasi matahari yang tergolong bagus tersebut menunjukkan bahwa PLTS cocok untuk dikembangkan di Indonesia. Potensi pemasangan PLTS atap di Indonesia adalah sebesar 32,5 GW dan terpasang sebesar 71,35 MW atau hanya sekitar 0,2% dari potensi pemasangan per tahun 2022 [9]. Untuk meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan di kelompok residensial, bisnis, dan industri, pemerintah Indonesia berupaya untuk mendorong penggunaan PLTS atap

dengan mengeluarkan aturan yang memberikan manfaat berupa penghematan biaya listrik kepada pelanggan [5]. Pelanggan PLTS atap yang terhubung dengan jaringan PLN atau PLTS Atap Sistem *On-Grid* dapat melakukan ekspor-impor energi listrik, dengan melakukan ekspor listrik apabila terdapat kelebihan produksi energi listrik serta melakukan impor listrik dari jaringan PLN ketika hasil produksi tidak mencukupi.

Villa Ungasan yang terletak di Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali merupakan salah satu pelanggan PLN yang memiliki kebutuhan listrik yang besar, dengan beban listrik berupa penerangan, pompa air untuk kolam renang, pendingin ruangan, penghangat air, serta berbagai macam kebutuhan rumah tangga lainnya. Villa Ungasan termasuk golongan pelanggan B2 dengan daya listrik sebesar 23000 VA dengan rata-rata konsumsi listrik sebesar 1504 kWh perbulannya. PLTS Atap Sistem *On-Grid* dapat membantu penghematan tagihan listrik pada Villa Ungasan dengan mengurangi biaya konsumsi listrik. Untuk melihat bagaimana pemasangan PLTS yang sebaiknya dibangun pada Villa Ungasan, maka perlu dilakukan perencanaan yang memperhatikan potensi energi surya dan kebutuhan beban di Villa Ungasan. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi apabila Villa Ungasan berkehendak melakukan pemasangan dan pembangunan PLTS Atap Sistem *On-Grid*, serta dapat dijadikan referensi untuk penelitian lain yang dilakukan di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Berapakah kebutuhan listrik di Villa Ungasan?
- b. Bagaimanakah potensi PLTS di Villa Ungasan?
- c. Berapakah kapasitas PLTS yang direncanakan di Villa Ungasan?
- d. Berapakah estimasi produksi energi listrik PLTS yang direncanakan di Villa Ungasan?

1.3 Batasan Masalah

- a. Penelitian dibatasi dengan melakukan perencanaan di lokasi penelitian yaitu Villa Ungasan sehingga mengikuti kondisi pada lokasi penelitian.
- b. Sistem PLTS yang digunakan adalah sistem PLTS sistem *On-Grid* yang terhubung dengan jaringan.
- c. PLTS yang direncanakan merupakan PLTS atap.

- d. Penelitian terbatas hingga tahap perencanaan sehingga tidak meliputi proses pemasangan dan pembangunan PLTS.

1.4 Tujuan

- a. Mengetahui kebutuhan listrik di Villa Ungasan.
- b. Mengetahui potensi PLTS di Villa Ungasan.
- c. Mengetahui kapasitas PLTS yang direncanakan di Villa Ungasan.
- d. Mengetahui estimasi produksi energi listrik PLTS yang direncanakan di Villa Ungasan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- a. Kebutuhan listrik di Villa Ungasan berdasarkan total konsumsi energi listrik adalah sebesar 19.961 kWh/tahun atau sekitar 20 MWh/tahun sedangkan rata-rata konsumsi energi listrik satu hari di Villa Ungasan adalah sebesar 742,4 kWh/hari.
- b. Potensi pemasangan PLTS di Villa Ungasan adalah sebesar 20.332 Wp atau sekitar 20,3 kWp, sedangkan potensi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS adalah sebesar 101,48 kWh/hari.
- c. Kapasitas PLTS yang direncanakan di Villa Ungasan adalah sebesar 4.025 Wp atau sebesar 4,025 kWp.
- d. Estimasi produksi energi listrik yang dihasilkan PLTS adalah sebesar 5.223,50 kWh/tahun atau sekitar 5,22 MWh/tahun.

5.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk memperbaiki hasil penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Pengukuran data iradiasi matahari pada lokasi penelitian dapat diukur menggunakan pyranometer.
- b. Temperatur udara lokasi penelitian dapat diukur menggunakan jenis thermometer yang dapat digunakan untuk mengukur temperatur udara.
- c. Pengambilan data beban harian dapat dilakukan dengan rentang waktu yang lebih panjang yaitu dalam satu hari penuh atau 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. *Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2021*. Jakarta: KESDM, 2022.
- [2] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia (HEESI) 2021*. Jakarta: KESDM, 2022.
- [3] Ellabban, O., Abu-Rub, H., & Blaabjerg, F. *Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and their Enabling Technology*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39(), 748–764, 2014.
- [4] Pemerintah Indonesia. *Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*. Jakarta: Sekretariat Negara, 2017.
- [5] Tambunan, H. B. *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2020.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. *Panduan Studi Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Fotovoltaik*. Standar Nasional Indonesia (SNI) 8395:2017. Jakarta, 2017.
- [7] Maulana, M. I., Naubnome, V., & Sumarjo, J. *Pengaruh Iradiasi Dan Temperatur Terhadap Efisiensi Daya Keluaran Pada Pemodelan Photovoltaic Canadian Solar 270 Wp*. *Jurnal Polimesin*, 19(2), 176-181. 2021.
- [8] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). *Matahari Untuk PLTS di Indonesia*. [online]. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia>
- [9] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). *Geliat Dukung Pemanfaatan Energi Bersih Melalui PLTS Atap* [online]. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/11/24/3352/geliat.industri.dukung.pemanfaatan.energi.bersih.melalui.plts.atap?lang=en>.
- [10] Asrori, A., Ramdhani, A. F., Nugroho, P. W., & Eryk, I. H. *Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema*. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronik*. 2022.

- [11] Wiriastika, I. P. D.. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tempat Olah Sampah Setempat Werdi Guna Desa Gunaksa Kabupaten Klungkung*. Jimbaran: Universitas Udayana, 2022.
- [12] Labouret, A. & Viloz, M., *Solar Photovoltaic Energy*. Stevenage: Institution of Engineering and Technology. 2010.
- [13] Indonesia Clean Energy Development (ICED) II. *Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS Atap di Indonesia*. Jakarta: KESDM, 2020.
- [14] Rega, M., Sinaga, N., & Windarta, J. *Perencanaan PLTS Rooftop untuk Kawasan Pabrik Teh PT Pagilaran Batang*. ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, 09 (04), 888-901. 2021.
- [15] Synergy Enviro Engineers. *Solar Photovoltaic Systems*. [online]. <http://www.synergyenviro.com/resources/solar-photovoltaic-systems>
- [16] Sunergi. *Sistem On-Grid* [online]. <https://www.sunergi.co.id/id/sistem-on-grid/>
- [17] Vastav, B. K. S., Nema, S., Swarnkar, P., & Rajesh, D. *Automatic solar tracking system using DELTA PLC*. International Conference on Electrical Power and Energy Systems (ICEPES) 2016 (pp. 16-21). IEEE, 2016.
- [18] Afrouzia, H. N., Mashaka, S. V., Abdul-Maleka, Z., Mehranzamira, K., & Salimia, B. Solar array and battery sizing for a photovoltaic building in Malaysia. *Jurnal Teknologi*, 64(4), 79-84. 2013.
- [19] Lagarde, Q., Beillard, B., Mazen, S., Denis, M. S., & Leylavergne, J. *Performance Ratio of Photovoltaic Installations in France: Comparison Between Inverters and Micro-Inverters*. Journal of King Saud University-Engineering Sciences. 2021.
- [20] Sungrow. *Residential Hybrid Three Phase Inverter* [online]. <https://en.sungrowpower.com/productDetail/3397>.
- [21] Hoymiles. *Hoymiles Microinverter HM-1200/1500* [online]. <https://www.hoymiles.com/product/microinverter/hm-1200-1500-eu/>
- [22] Solar Power One. *Residential Solar Power System* [online]. <https://solarpowerone.com/free-virtual-solar-panels-estimate/our-services/residential-solar-power-system/>
- [23] Hajir, N., Haddin, M., & Suprajitno, A. *Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur*. Elektrika, 14 (01), 20- 25. 2022.
- [24] ABB. *Technical Application Papers No.10 Photovoltaic Plants*. 2010

- [25] Pradika, G., Ida, A. D,G, I,N,S. *Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop*. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol.19, No.2. 2020.
- [26] Foster, R., Ghassemi, M. and Cota, A. 2010. *Solar Energy: Renewable Energy and The Environment, Hydroelectric energy: Renewable Energy and the Environment*, Edited by A. Ghassemi. Boca Raton: CRC Press, 2010.
- [27] Nugroho, Y. A. *Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di PT Pertamina (Persero) Unit Pengolahan IV Cilacap*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [28] Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. PT. Alfabet. 2019.
- [29] Arikunto, S. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2016.
- [30] S. Ekici dan A. Koprü. *Investigation of PV System Cable Losses*. 2017 .
- [31] GSES India Team, *Solar PV Minigrid Systems Design, Installation, Operation and Maintenance Guidelines*, 1 ed. 2021.
- [32] B. Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts, vol. 1*. GIZ GmbH, 2018.