

SKRIPSI

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* DI VILLA JAI NEMA KEROBOKAN DENGAN *SOFTWARE SUNNY DESIGN*



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Salman Alfarisi P

2215374012

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN
PLTS *ON-GRID* DI VILLA JAI NEMA KEROBOKAN
DENGAN SOFTWARE *SUNNY DESIGN***

Oleh :

Salman Alfarisi P

2215374012

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi

Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Badung, 14 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:

Dosen Pembimbing 2:



Ir. I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, ST. MT.
NIP. 197801112002121003



Gede Yasada, ST., M.Si
NIP. 197012219998021001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* DI VILLA JAI NEMA KEROBOKAN DENGAN *SOFTWARE SUNNY DESIGN*

Oleh :

Salman Alfarisi P

2215374012

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal Rabu, 16 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Badung, 16 Agustus 2023

Disetujui Oleh :
Tim Penguji :



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

Dosen Pembimbing :



1. Ir. I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, ST. MT
NIP. 197801112002121003



2. I Gusti Lanang Made Parwita, ST.MT
NIP. 197108201997031002



2. Gede Yasada, ST., M.Si
NIP. 197012219998021001

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.

NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul :
ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* DI VILLA JAI NEMA KEROBOKAN DENGAN *SOFTWARE SUNNY DESIGN* adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Badung, 16 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Salman Alfarisi P

2215374012

ABSTRAK

Pemanfaatan energi surya di Villa Jai Nema Kerobokan menunjukkan potensi yang menjanjikan sebagai solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Dalam menghadapi pertumbuhan konsumsi energi yang terus meningkat dan keterbatasan sumber daya energi fosil, proyek ini menjadi langkah yang tepat. Penggunaan panel surya di atap villa dengan bantuan perangkat lunak *Sunny Design* telah direncanakan dengan cermat. Berpotensi menghasilkan energi tahunan (*energy yield*) sebesar 7282 kWh, konsumsi energi yang digunakan pada siang hari (*self consumption*) sebesar 3837.4 kWh/tahun, sehingga dapat mengekspor kelebihan energi (*grid feed-in*) sebesar 3444.6 kWh/tahun. Sisa energi yang harus dibayarkan (*purchased electricity*) sebesar 2770 kWh/tahun. Dengan ini, potensi penghematan tagihan listrik menjadi signifikan, dengan estimasi sekitar Rp. 7.826.344.8 setiap tahun. Investasi awal sebesar Rp. 101.198.967 diantisipasi akan mencapai titik balik modal dalam waktu 12 tahun 9 bulan sejak implementasi, dan menghasilkan keuntungan seiring berjalannya waktu selama periode 25 tahun. Selain manfaat ekonomi, proyek ini juga memiliki implikasi positif terhadap lingkungan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca. Namun, penting untuk melakukan pemeliharaan teratur dan pemantauan untuk memastikan kinerja panel surya tetap optimal. Dalam skema ini, perubahan regulasi energi dan perkembangan teknologi juga perlu dipertimbangkan dalam jangka panjang. Kesimpulannya, proyek ini layak dijalankan dengan pertimbangan teknis dan ekonomi yang matang.

Kata Kunci: Energi Surya, Konsumsi Energi, PLTS *On-grid*, *Sunny Design*, Villa Jai Nema.

ABSTRACT

The use of solar energy at Villa Jai Nema Kerobokan shows promising potential as an environmentally friendly renewable energy solution. In facing the ever-increasing growth in energy consumption and limited fossil energy resources, this project is the right step. The use of solar panels on the roof of the villa with the help of Sunny Design software has been carefully planned. It has the potential to produce an annual energy (energy yield) of 7282 kWh, energy consumption used during the day (self consumption) of 3837.4 kWh/year, so it can export excess energy (grid feed-in) of 3444.6 kWh/year. The remaining energy that must be paid (purchased electricity) is 2770 kWh/year. With this, the potential for saving electricity bills is significant, with an estimate of around Rp. 7,826,344.8 annually. Initial investment of Rp. 101,198,967 is anticipated to achieve a return on investment within 12 years and 9 months of implementation, and turn a profit over time over a 25 year period. In addition to economic benefits, this project also has positive implications for the environment by reducing greenhouse gas emissions. However, it is important to carry out regular maintenance and monitoring to ensure optimal solar panel performance. In this scheme, changes in energy regulations and technological developments also need to be considered in the long term. In conclusion, this project is feasible with careful technical and economic considerations.

Keywords: *Solar Energy, Energy Consumption, On-grid PV System, Sunny Design, Villa Jai Nema*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Teknis Dan Ekonomi Perencanaan PLTS *On-grid* Di Villa Jai Nema Kerobokan Dengan Software Sunny Design**“. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menempuh studi akhir Program Peminatan Energi Baru Terbarukan Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Penulisan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik, tak terlepas dari bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak, sehingga beberapa kendala yang kami dapat terbantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama penyusunan skripsi.
2. Kedua orang tua tercinta, saudara dan keluarga yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan moril, nasehat dan doa untuk kesuksesan penulis.
3. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak I B Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi untuk Program Peminatan Energi Baru Terbarukan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
6. Bapak Ir. I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Gede Yasada, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si., selaku *Coach* Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
9. Mr. Anchit, selaku owner Villa Jai Nema Kerobokan, Bali yang telah memberikan kepercayaan dan mengizinkan kami untuk merencanakan PLTS pada Villa beliau.

10. Semua pihak terutama calon istri tercinta penulis Ivon Kusuma yang telah memberikan saran, ide dan dukungannya sampai dengan terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata kami mengucapkan terima kasih. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Badung, 16 Agustus 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ivon Kusuma', written in a cursive style.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Potensi Energi Surya Di Indonesia	8
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	8
2.2.3 Jenis-Jenis PLTS.....	9
2.2.4 PLTS <i>Off-Grid</i>	9
2.2.5 PLTS <i>On-grid</i>	11

2.2.6	Jenis-Jenis Panel iSurya.....	13
2.2.7	Inverter.....	15
2.2.8	Penghantar	16
2.2.9	Jenis-Jenis Penghantar	17
2.2.10	Jenis-Jenis iKabel	20
2.2.11	Pemilihan Penghantar	20
2.2.12	<i>Combiner Box</i>	22
2.2.13	MCB.....	23
2.2.14	SPD	24
2.2.15	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Dan Output Panel Surya ..	25
2.2.16	Nilai Degradasi dan Penurunan Performa PLTS Per-Tahun	26
2.2.17	Peraturan PLTS.....	27
2.2.18	Perencanaan PLTS.....	28
2.2.19	Pertimbangan Peletakan Panel Surya	35
2.2.20	<i>Sunny Design</i>	35
2.2.21	Analisis Ekonomis	36
2.2.22	Survey dan Pemetaan.....	38

BAB III METODE PENELITIAN..... 39

3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	39
3.2	Alur Kegiatan.....	42
3.3	Metode Penelitian	44
3.4	Jenis Data.....	44
3.5	Sumber Data	45
3.6	Teknik Pengumpulan Data.....	45
3.7	Teknik iPenelitian	46
3.8	Rancangan Teknis.....	47
3.9	Analisis Yang Digunakan	48

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Konsumsi Energi di Villa Jai Nema	49
4.2. Iridiasi Matahari dan Temperatur Udara di Villa Jai Nema	50
4.3. Perencanaan PLTS Villa Jai Nema	51
4.3.1. Pengukuran Daya Puncak Villa Jai Nema	51
4.3.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Dan Output Panel Surya ..	54
4.3.3. <i>Losses</i> Faktor Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan	55
4.3.4. Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya dan Sudut Atap Villa Jai Nema	55
4.3.5. Nilai Degradasi dan Penurunan Performa PLTS Per-Tahun	57
4.3.6. Penentuan Kapasitas PLTS yang akan dipasang pada Villa Jai Nema.....	58
4.3.7. Pemilihan Inverter.....	59
4.3.8. Pemilihan Panel Surya	62
4.3.9. Jumlah Modul Surya.....	63
4.3.10. Konfigurasi Seri-Paralel Modul Surya	64
4.3.11. Nilai Arus dan Tegangan String	66
4.3.12. Sistem Proteksi	66
4.3.14. Daya yang dibangkitkan PLTS Hasil Simulasi <i>Sunny Design</i>	69
4.3.15. Desain Perencanaan PLTS.....	72
4.4. Perhitungan Investasi	74
4.4.1. Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&M)	76
4.4.2. Biaya Pergantian Komponen Inverter.....	76
4.4.3. Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>).....	77
4.4.4. Produksi Energi dan Konsumsi Energi.....	77
4.4.5. Penghematan Tagihan Energi Listrik	79
4.4.6 <i>Payback Period</i>	81
BAB V PENUTUP	84
5.1. Kesimpulan	84

5.2. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Penggunaan energi listrik dan kWh pada Villa Jai Nema.....	2
Gambar 1. 2. Nilai Iradian pada Villa Jai Nema.....	3
Gambar 2. 1. Sistem PLTS Off Grid PV System with Storage	10
Gambar 2. 2. Sistem PLTS Grid-Connected dengan penyimpanan (a) charge control dan inverter charge control terpisah, dan charge control terintegrasi (b).....	12
Gambar 2. 3. Jenis Jenis Panel Surya	14
Gambar 2.4 Skema Prinsip Inverter Satu Fasa	15
Gambar 2.5 Inverter	15
Gambar 2.6 Efisiensi Puncak Inverter	16
Gambar 2.7 Combiner box.....	23
Gambar 2.8 MCB AC dan DC.....	24
Gambar 2.9 SPD DC dan AC	25
Gambar 2.10 Efisiensi Panel Surya	26
Gambar 2.11 Kurva I-V Daya Terhadap Perubahan Temperatur	30
Gambar 2.12 Sudut Kemiringan Panel Surya yang berbeda	33
Gambar 2.13 Contoh Rangka Panel Surya di Genteng (a), Dak (b)dan atap sirap.....	35
Gambar 3.1 Lokasi Villa Jai Nema.....	39
Gambar 3.2 Villa Jai Nema.....	40
Gambar 4. 1 Penggunaan energi listrik dan kWh pada Villa Jai Nema.....	49
Gambar 4. 2 Grafik Penggunaan energi listrik pada Villa Jai Nema.....	49
Gambar 4. 3 Data Iradiasi dan Temperatur Udara di Villa Jai Nema.....	50
Gambar 4. 4 Pemasangan Energi Meter Wifi	52
Gambar 4.5 Monitoring Tegangan dan Arus dengan Aplikasi Energi Meter Wifi	52
Gambar 4.6 Pengukuran Kemiringan Atap Villa Jai Nema.....	57
Gambar 4.7 Penurunan Performa Panel Surya Per-Tahun	57

Gambar 4.8 Inverter SMA Sunny Boy 3.0	60
Gambar 4.9 Spesifikasi Inverter SMA Sunny Boy 3.0.....	60
Gambar 4.10 Panel Surya LONGI 545Wp Monocrystalline	62
Gambar 4.11 Spesifikasi Panel Surya LONGI 545Wp Monocrystal	62
Gambar 4.12 Dimensi Panel Surya LONGI 545Wp Monocrystal	63
Gambar 4.13 Rangkaian 1 string PV	66
Gambar 4.14 MCB Pengaman String	67
Gambar 4.15 MCB Pengaman Inverter	68
Gambar 4.16 Ringkasan Hasil Simulasi PLTS dengan Sunny Design.....	70
Gambar 4.17 Monthly Production idari simulasi Sunny Design	71
Gambar 4.18. Desain PLTS Atap pada Sunny Design	72
Gambar 4.19 Desain Layout PLTS Atap Villa Jai Nema	73
Gambar 4.20 Desain Tata Letak Komponen Inverter dan Panel Box	73
Gambar 4.21 Desain Single Line Diagram Rangkaian PLTS On-grid.....	73
Gambar 4.22 Desain Wiring Diagram Rangkaian PLTS On-grid	74
Gambar 4.23 Tagihan Listrik Villa Jai Nema.....	78
Gambar 4.24 Payback Period.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nomenklatur Kabel dari lampiran C PUIL 2000.....	18
Tabel 3.1 Rencana Kegiatan	41
Tabel 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	42
Tabel 4.1 Nilai Iradiasi dan Temperatur Villa Jai Nema.....	51
Tabel 4.2. Pengukuran Beban Puncak di Siang Hari Villa Jai Nema.....	53
Tabel 4.3 Total Losses yang Mempengaruhi Daya Output PLTS	58
Tabel 4.4 Rincian Inverter	61
Tabel 4.5 Spesifikasi LONGI 545Wp Monocrystalline	63
Tabel 4.6 Spesifikasi LONGI 545Wp Monocrystalline	65
Tabel 4.7. Rincian Energi yang dibangkitkan dari simulasi Sunny Design.....	71
Tabel 4.8 Rincian Biaya Awal untuk PLTS On-Grid di Villa Jai Nema.....	75
Tabel 4.9 Produksi Energi, Konsumsi Energi, dan Selisih.....	78
Tabel 4.10 Perhitungan Tagihan.....	80
Tabel 4.11 Biaya Tagihan Listrik	80
Tabel 4.12 Penghematan Tagihan Energi Listrik	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi surya menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang cukup menjanjikan dan memiliki potensi terbesar daripada sumber daya lainnya untuk memecahkan masalah energi dunia serta ramah lingkungan. Ketersediaan energi matahari di permukaan tanah merupakan salah satu faktor pertimbangan penerapan sistem energi matahari di suatu wilayah. Wilayah Indonesia sebagian besarnya mendapatkan radiasi matahari yang cukup stabil dan intens dengan nilai radiasi harian rata-rata sekitar 4kWh/m^2 [1]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu pembangkit listrik yang menggunakan sinar surya melalui sel surya (fotovoltaik) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton surya menjadi energi listrik. Keuntungan pembangkit listrik tenaga surya adalah tagihan listrik bulanan akan turun atau minimal hanya membayar biaya beban bulanan.

PLTS *On-grid* adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung /ter-interkoneksi dengan jaringan PLN *On-grid*. Sistem PLTS *On-grid* cocok untuk daerah perkotaan yang sudah terdapat jaringan PLN. PLTS *On-grid* ini tidak memiliki baterai, jadi hanya berfungsi ketika terdapat sinar matahari dengan tujuan utamanya adalah untuk mengurangi penggunaan listrik dari PLN (Penghematan Tagihan Listrik). Pemakaian sistem ini merupakan solusi paling efektif untuk efisiensi biaya listrik hingga 70%, karena mampu menghemat biaya listrik bulanan secara signifikan [2].

Villa Jai Nema merupakan villa milik pribadi yang berlokasi di daerah kerobokan yang memiliki beberapa masalah dalam memenuhi kebutuhannya, antara lain kenaikan biaya energi listrik di mana jika dilihat dari penggunaan energi listrik pada aplikasi PLN *Mobile* pada setiap bulannya biaya tagihan energi listrik villa tersebut terus meningkat dan villa ini juga ketergantungan pada pasokan energi listrik dari jaringan umum. Pada saat melakukan survey jenis beban untuk peralatan yang digunakan pada Villa Jai Nema ini meliputi TV, AC, pompa air, mesin cuci, lampu, setrika, blender dan oven. Adapun fasilitas yang dimiliki villa ini berupa 3 kamar tidur, ruang tamu, dapur, 3 kamar mandi lengkap dengan air panas dan kolam renang pribadi. Untuk posisi atap villa yang

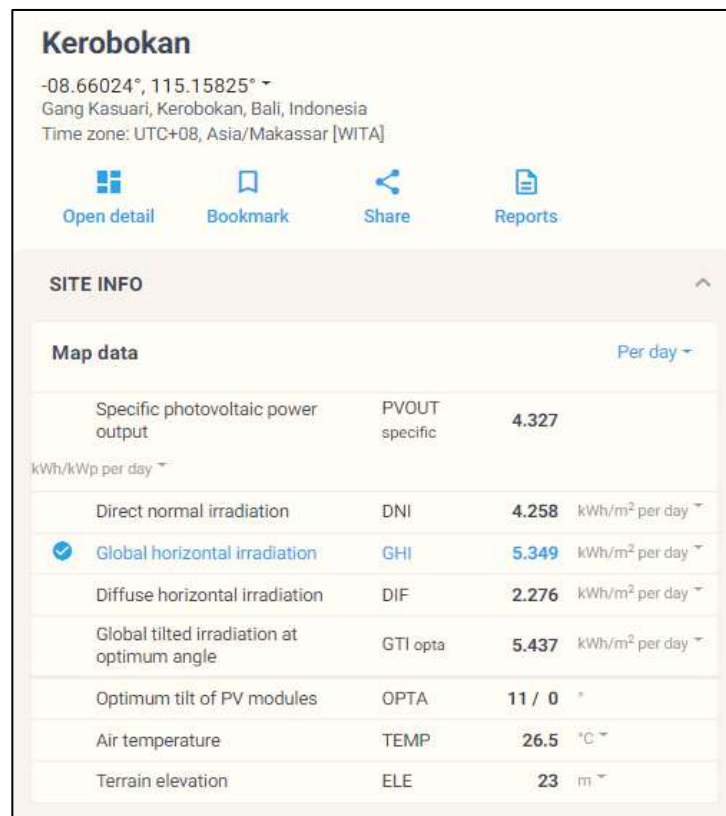
sudah menghadap ke utara dan luas bangunan villa adalah 218m² ini yang mendukung untuk pemasangan PLTS. Dari sisi klien selaku owner dari villa juga mendukung adanya proyek perencanaan pemasangan PLTS ini dan mengharapkan dapat menghemat tagihan listrik setiap bulannya. Berdasarkan hasil riwayat penggunaan listrik dan biaya tagihan yang dapat dilihat pada PLN Mobil seperti pada gambar 1.1 sebagai berikut:



Gambar 1. 1. Penggunaan energi listrik dan kWh pada Villa Jai Nema

Berdasarkan gambar 1.1 riwayat penggunaan listrik Villa Jai Nema pada bulan januari hingga bulan juni 2023 menunjukkan penggunaan listrik yang tertinggi terjadi pada bulan juni 2023 pemakaian listrik sebesar 575,0 KWh dengan biaya sebesar Rp. 1.026.092 dan penggunaan listrik terendah pada bulan januari 2023 dengan pemakaian sebesar 220,0 KWh dan sebesar Rp 392,592 biaya yang dikeluarkan. Kemudian dapat menggunakan energi matahari untuk membangkitkan energi listrik, dengan menggunakan panel photovoltaic (PV), yang dapat dilihat pada nilai iradiasi. Nilai radiasi yang diberikan oleh NASA ini disebut sebagai Solar Constant dan digunakan untuk

menentukan nilai matahari pada permukaan bumi. Seperti gambar 4.2 nilai iradiasi matahari pada Villa Jai Nema.



Gambar 1. 2. Nilai Iradian pada Villa Jai Nema

Terlihat pada gambar 1.2 merupakan sebuah kondisi dan informasi awal yang sangat baik apabila kedepan akan dilakukan pemasangan PLTS Atap *On-grid* mengingat potensi matahari sangat baik dengan iradian $5,349 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ dan dari luasannya atap sangat mendukung dipasang solar panel PV. Proyek PLTS ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik klien dan mengurangi ketergantungan pada pasokan energi listrik dari jaringan umum, sehingga dapat menghemat biaya operasional villa dan meningkatkan efisiensi bisnis. Dalam proyek perencanaan PLTS ini, penulis sudah melakukan survei ke lokasi villa dan melihat penggunaan energi listrik perbulannya melalui aplikasi PLN *Mobile* dengan riwayat penggunaan listrik Villa Jai Nema tertinggi sebesar 575 kWh atau 19,16 kWh/hari pada bulan Juni 2023.

Sunny design merupakan salah satu perangkat lunak untuk mensimulasikan sistem dengan memanfaatkan energi matahari, aplikasi ini dilengkapi dengan berbagai fitur layanan yang beragam. Simulasi ini harus memperhatikan akurasi dalam memperhitungkan dari hasil simulasinya. Berdasarkan latar belakang yang

telah disampaikan, dalam penelitian ini direncanakan maka penulis mengangkat judul “**Analisis Teknis Dan Ekonomis Perencanaan PLTS *On-grid* Di Villa Jai Nema Kerobokan Dengan *Software Sunny Design***” dengan kapasitas sesuai kebutuhan konsumen di Villa Jai Nema kerobokan pada siang hari dan sebagai solusi alternatif untuk meminimalisir biaya penggunaan listrik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah yang akan menjadi bahan pembahasan yaitu:

1. Bagaimanakah Rancangan PLTS *On-grid* di Villa Jai Nema Kerobokan?
2. Berapakah Kapasitas Pembangkit PLTS *On-grid* di Villa Jai Nema Kerobokan Dengan Simulasi Software *Sunny Design*?
3. Bagaimanakah Kelayakan Investasi PLTS *On-grid* Di Villa Jai Nema Kerobokan?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang akan menjadi bahan pembahasan diatas maka batasan masalah pada skripsi ini yaitu:

- 1 Perencanaan PLTS mengikuti Perubahan Peraturan Menteri ESDM 26 Tahun 2021.
- 2 Pemasangan PLTS *On-grid* hanya pada Villa Jai Nema Kerobokan dengan persetujuan yang sudah disepakati
- 3 Tidak melakukan manipulatif data sehingga data data yang digunakan sesuai dengan keadaan di lapangan.
- 4 Melakukan project sampai pada tahap perencanaan pemasangan PLTS *On-grid*
- 5 Analisis teknis dan ekonomis berdasarkan hasil produksi listrik pada simulasi *Sunny Design*.
- 6 Penentuan kapasitas PLTS berdasarkan daya puncak pada siang hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *On-grid* di Villa Jai Nema, penulis akan bekerja sama dengan klien untuk memenuhi tujuan tersebut. penulis akan merancang sistem PLTS *Rooftop On-Grid* yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan klien, memilih bahan dan peralatan yang tepat, dan membantu klien dalam menyelesaikan proses perencanaan instalasi. Adapun tujuan dari proyek perencanaan sistem PLTS *Rooftop On Grid* di Villa Jai Nema Kerobokan adalah sebagai berikut :

1. Untuk Mengetahui Bagaimanakah Rancangan PLTS *On-grid* di Villa Jai Nema Kerobokan.
2. Untuk Mengetahui Berapakah Kapasitas Pembangkit PLTS *On-grid* di Villa Jai Nema Kerobokan dengan Simulasi *Software Sunny Design*.
3. Untuk Mengetahui Bagaimanakah Kelayakan Investasi PLTS *On-grid* Di Villa Jai Nema Kerobokan.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas maka manfaat yang diperoleh dalam penulisan skripsi ini yaitu :

1.5.1 Manfaat Akademik

Adapun manfaat akademik yang diperoleh dalam penulisan skripsi ini yaitu :

1. Sebagai bahan untuk menambah wawasan dan pengetahuan dalam perencanaan PLTS *On-grid* sesuai kebutuhan pada siang hari.
2. Sebagai bahan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan perencanaan PLTS *On-grid*.
3. Sebagai bahan tambahan kepustakaan serta referensi objek yang sama di kemudian hari dan menjaga hubungan baik Kerjasama antara Politeknik Negeri Bali dengan pihak luar.

1.5.2 Manfaat Aplikatif

Adapun manfaat aplikatif yang diperoleh dalam penulisan skripsi ini yaitu :

1. Dengan perencanaan PLTS *On-grid* di Villa Jai Nema dapat menciptakan relasi kerja sama antara penulis dan Mr. Anchit yang dapat digunakan sebagai pembelajaran kedepannya.
2. Dapat menghasilkan perencanaan sistem PLTS *On-grid* dengan kapasitas sesuai kebutuhan konsumen di Villa Jai Nema kerobokan pada siang hari dan sebagai solusi alternatif untuk meminimalisir biaya penggunaan listrik.
3. Mengurangi penggunaan energi yang berasal dari fosil dan meningkatkan penggunaan energi bersih ramah lingkungan yang tidak menimbulkan emisi gas rumah kaca.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang menjabarkan garis besar dalam setiap bagian penelitian ini sebagai berikut:

a. Bagian Awal

Pada bagian awal skripsi terdiri dari halaman judul, halaman persetujuan skripsi, halaman pengesahan skripsi, halaman pernyataan keaslian skripsi, halaman abstrak, halaman daftar isi, halaman tabel, halaman gambar, serta daftar lampiran.

b. Bagian Isi

Pada bagian isi skripsi terdiri dari 5 bab, diantaranya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas mengenai teori-teori dan penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai bahan dasar acuan dalam menyusun skripsi ini

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini membahas mengenai metode, jenis dan alur pekerjaan yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas mengenai rancangan teknis, penentuan kapasitas, desain perencanaan, perhitungan investasi, dan kelayakan.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini terdiri dari simpulan serta saran-saran yang diajukan bagi pihak-pihak terkait dalam penelitian ini

c. Bagian Akhir

Pada bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perencanaan dengan pengambilan data-data dan pencarian informasi di Villa Jai Nema yang berada di Kerobokan, Bali dapat disimpulkan Perencanaan PLTS Atap sistem *on-grid* pada Villa Jai Nema sebagai berikut :

1. Rancangan PLTS *On-grid* di Villa Jai Nema Kerobokan yaitu sebesar 4905 Wp dengan luas area atap yang dibutuhkan untuk memasang PLTS sebesar 23,24m². Inverter yang digunakan yaitu inverter Sunny Boy 3.0 5,5kW berjumlah 1 buah dan panel surya yang digunakan yaitu Longi Solar 545Wp dengan jumlah modul panel surya yang dibutuhkan dalam perencanaan ini minimal 9 buah panel surya yang terhubung seri dalam 1 string. Sehingga dengan memasang PLTS dengan kapasitas 4905 Wp ditargetkan pada saat umur 25 tahun sistem PLTS ini masih mampu melayani beban puncak pada siang hari sebesar 2186.21 Watt.
2. Kapasitas Pembangkit PLTS *On-grid* di Villa Jai Nema Kerobokan dengan Simulasi *Software Sunny Design* dapat dilihat bahwa ringkasan hasil desain PLTS atap di Villa Jai Nema, berpotensi menghasilkan energi tahunan (*energy yield*) sebesar 7282 kWh, konsumsi energi yang digunakan pada siang hari (*self consumption*) sebesar 3837.4 kWh/tahun, sehingga dapat mengekspor kelebihan energi (*grid feed-in*) sebesar 3444.6 kWh/tahun. Sisa energi yang harus dibayarkan (*purchased electricity*) sebesar 2770 kWh/tahun. Memiliki persentase penggunaan konsumsi (*self consumption quota*) sebesar 52,6% dan persentase energi yang memadai (*self sufficiency quota*) sebesar 70%.
3. Kelayakan investasi dengan terpasangnya PLTS 4905Wp pada Villa Jai Nema, dengan modal Rp. 101.198.967 akan menghemat tagihan listrik sebesar Rp7.826.344.8 /tahun dan akan balik modal dalam 12 tahun 9 bulan. Selama umur ekonomis PLTS 25 tahun, keuntungan yang akan didapatkan Villa Jai Nema sebesar Rp.93.916.137.6, maka dari itu pembangkitan PLTS layak dilaksanakan dikarenakan waktu untuk balik modal tidak melebihi dari umur PLTS yaitu selama 25 tahun.

5.2. Saran

1. PLTS sangat membantu mengurangi pasokan distribusi daya listrik yang bersumber dari energi fosil di mana dapat meminimalisir hal-hal yang tidak menguntungkan dari proses pengolahan fosil ini.
2. Perlu adanya pengukuran secara langsung iradiasi dan temperatur pada lokasi penelitian.
3. Penggunaan battery sebagai media penyimpanan energi listrik untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan PLTS, sehingga jika terjadi pemadaman listrik, energi yang disimpan pada battery dapat digunakan.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan dengan software lainnya seperti *Software PVSYST*, *Software Summary Plots* dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan potensi Dan Kebijakan energi surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 43-52.
- [2] Nugroho, A. R. I. F. (2020). Perancangan Pembangkit Listrik Building Integrated Photovoltaic (BIPV) On-Grid System (Studi Kasus: Gedung Rektorat UIN SUSKA Riau)(Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau) (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- [3] Septiadi, D., Nanlohy, P., Souissa, M., & Rumlawang, F. Y. (2018). Proyeksi potensi energi surya sebagai energi terbarukan (Studi wilayah Ambon dan sekitarnya). *Jurnal meteorologi dan geofisika*, 10(1).
- [4] Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah, Y. (2018). Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid Di STT-PLN. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 93-101.
- [5] Hutajulu, A. G., Siregar, M. R., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23-33.
- [6] Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- [7] Ariawan, A. T., Partha, T. I., & Wijaya, I. W. A. (2013). Perbandingan Penggunaan Motor DC dengan AC Sebagai Penggerak Pompa Air yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). In *Proceeding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information System*, Bali.
- [8] Salam, Z., & Rahman, A. A. (2018, October). Efficiency for photovoltaic inverter: A technological review. In *2014 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON)* (pp. 175-180). IEEE.

- [9] Hendratno, B., & Cholilurrahman, R. A. (2018). Perencanaan Dan Pemasangan Instalasi Listrik Bangunan Rumah Tinggal Bertingkat Di Graha Family Blok I Nomor 33 Surabaya. *CYCLOTRON*, 1(1).
- [10] Indonesia, S. N. (2000). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Badan Standardisasi Nasional, ICS, 91, 50.
- [11] Dien, A. B., Poekoel, V. C., & Pakiding, M. (2018). Redesain Instalasi Listrik Dikantor Pusat Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(3), 303-314.
- [12] Pramana, P., Mangunkusumo, K. G. H., Tambunan, H. B., & Jintaka, D. R. (2021). Revitalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Sistem Microgrid Pulau Tomia. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 9(1), 28-37.
- [13] Yusniati, Y., Nasution, E. S., & Pangestu, R. I. (2019, May). Analisis Kinerja Circuit Breaker pada Sisi 150 kv Gardu Induk Lamhotma. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU (Vol. 2, No. 1, pp. 77-82)*.
- [14] Alayyubby, M. F. (2022). Analisa Pengaruh Efek Intensitas Cahayamatahari Terhadap Panel Surya Off Grid Type Monocrystalline Berbasis Pulse Width Modulation (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- [15] Elnizar, H., Gusmedi, H., & Zebua, O. (2021). Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 KV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 15(2), 116-126.
- [16] Iqtimal, Z., Sara, I. D., & Syahrizal, S. (2018). Aplikasi sistem tenaga surya sebagai sumber tenaga listrik pompa air. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 3(1).
- [17] Safitri, N., Rihayat, T., & Riskina, S. (2019). *Teknologi photovoltaic*. Buketrata: YayasanPuga Aceh Riset.
- [18] Pradika, G., Giriantari, I. A. D., & Setiawan, I. N. (2020). Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop. *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, 19(2), 225.

- [19] Salman, R. (2018). Analisis perencanaan penggunaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk perumahan (solar home system). *Majalah Ilmiah Bina Teknik*, 1(1), 46-51.
- [20] Sukmajati, S., & Hafidz, M. (2019). Perancangan dan analisis pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 10 MW on grid di Yogyakarta. *Energi & Kelistrikan*, 7(1), 49-63.
- [21] Islamiati, Y., & Dewi, T. (2022). IoT Monitoring for Solar Powered Pump Applied in Hydroponic House. *International Journal of Research in Vocational Studies (IRVOCAS)*, 2(2), 22-30.
- [22] Energi, K., & Mineral, S. D. (2020). *Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia*. Jakarta: KESDM.
- [23] Yogathama, I. G. B., Wiradhi, W., & Iw, A. (2021). Desai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Mengikuti Pola Astap Wantilah Desa Antosari Untuk Memenuhi Daya 3600 Watt. *Jurnal Spektrum*, 8(2).
- [24] Arnando, V. (2023). Simulasi Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Pada Barbershop Gaul Dengan Menggunakan Helioscope: Desain Sistem PLTS On-Grid pada Barbershop Gaul dengan menggunakan Helioscope. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy (IJEERE)*, 3(1), 47-57.
- [25] Foster, R., Ghassemi, M., & Cota, A. (2018). *Solar energy: renewable energy and the environment*. CRC press.
- [26] Hanif, M., Ramzan, M., Rahman, M., Khan, M., Amin, M., & Aamir, M. (2018). Studying power output of PV solar panels at different temperatures and tilt angles. *ISESCO JOURNAL of Science and Technology*, 8(14), 9-12.
- [27] Rusmayanti, S., Rastryana, U., Lestari, T., & Damhudi, D. (2022). Payback Period Analysis on Joint Analisis Payback Period pada Usaha Pembesaran Udang Maju Bersama. *Jurnal Administrasi Bisnis*, 2(2), 81-88.
- [28] Rahwanda, R., Putra, Y. S., & Adriat, R. (2022). Pemetaan dan estimasi potensi energi matahari di kota pontianak. *PRISMA FISIKA*, 10(3), 285-290.

- [29] H. Hardani, D. Juliana Sukmana, and R. Fardani, "Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif" (2020). [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/340021548>
- [30] Asrul, A., Demak, R. K., & Hatib, R. (2018). Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul Photovoltaic Tipe Multicrystalline. *Jurnal Mekanikal*, 7.
- [31] Ardiansyah, A., Setiawan, I. N., & Sukerayasa, I. W. (2021). Perancangan Plts Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 8(4).
- [32] Priajana, P. G. G., Kumara, I. N. S., & Setiawan, I. N. (2020). Grid tie inverter untuk PLTS atap di Indonesia: Review standar dan inverter yang compliance di pasar domestik. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 7(2).