

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
SURYA UNTUK SISTEM PENERANGAN PADA JAI  
VILA GIANYAR**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**I PUTU WIKAN PRAMAPUTRA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
SURYA UNTUK SISTEM PENERANGAN PADA JAI  
VILA GIANYAR**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**I PUTU WIKAN PRAMAPUTRA  
NIM. 1915234017**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK SISTEM PENERANGAN PADA JAI VILA GIANYAR

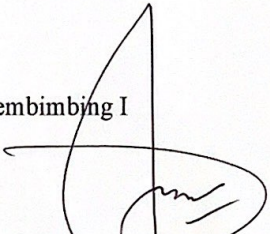
Oleh

**I PUTU WIKAN PRAMAPUTRA**  
NIM. 1915234017

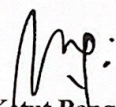
Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan  
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas  
Pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Pembimbing I

  
**Dr. Made Ery Arsana, S.T., M.T**  
NIP. 196709181998021001

Pembimbing II

  
**Ketut Bangse, S.T., M.T**  
NIP. 196612131991031003

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Eng**  
NIP. 1966092419931003

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK SISTEM PENERANGAN PADA JAI VILA GIANYAR

Oleh


**I Putu Wikan Pramaputra**  
NIM. 1915234017

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat  
dicetak sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal:  
Rabu/23 Agustus 2023

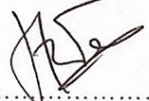
#### Tim Penguji

#### Tanda Tangan

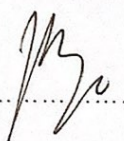
Penguji I : Prof. Dr. Ir. Putu Wijaya Sunu,  
S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng.  
NIP : 198006142006041004

  
(.....)

Penguji II : I Nengah Ardita, S.T., M.T.  
NIP : 196411301991031004

  
(.....)

Penguji III : Ida Bagus Gde Widiantera, S.T.,  
M.T.  
NIP : 197204282002121001

  
(.....)

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : I Putu Wikan Pramaputra

NIM : 1915234017

Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Skripsi : Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Sistem  
Penerangan Pada Jai Vila Gianyar

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 23 Agustus 2023

Yang Membuat pernyataan



I Putu Wikan Pramaputra

NIM. 1915234017

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.e.Com., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST., M.T., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ketut Bangse, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, memberikan bimbingan, arahan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.

10. Sahabat-sahabat TRU VIII A angkatan 2019 terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
11. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi ini yang yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 23 Agustus 2023

I Putu Wikan Pramaputra

## ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan energi listrik di Indonesia mengakibatkan produksi energi listrik menggunakan sumber energi primer terus meningkat. Salah satu solusi untuk menghadapi ketergantungan pada sumber energi primer dan mengurangi emisi gas rumah kaca adalah dengan menggunakan sumber energi terbarukan, khususnya energi matahari. Indonesia memiliki potensi yang baik untuk pengembangan sistem tenaga surya karena mendapatkan radiasi matahari yang cukup stabil dan intens. Penggunaan panel surya fotovoltaik dan PLTS menjadi salah satu teknologi yang dapat diandalkan untuk menghasilkan energi listrik. PLTS juga dapat diaplikasikan pada vila seperti Jai Vila Gianyar sebagai solusi untuk menghemat energi listrik dan mengurangi tagihan listrik. Penelitian lebih lanjut tentang perencanaan PLTS pada Jai Vila Gianyar perlu dilakukan untuk menghasilkan sistem PLTS yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem PLTS, mengevaluasi performa PLTS, dan menghitung perkiraan anggaran biaya yang diperlukan dalam pembangunan PLTS Jai Vila Gianyar.

Hasil penelitian mengungkap bahwa sistem PLTS Jai Vila Gianyar menggunakan sistem *hybrid* dengan baterai sebagai penyimpan energi dari modul surya dan genset sebagai sumber cadangan. Terdapat 46 unit panel surya merek Jinko *Solar* dengan kapasitas 610 Wp, 6 unit *inverter* merek Sako *Power* dengan kapasitas 5 kW yang sudah dilengkapi dengan SCC, dan 132 unit baterai tipe *lead acid* dengan kapasitas 12V 200Ah merek SMT-POWER. Berdasarkan simulasi PVsyst, PLTS Jai Vila Gianyar menghasilkan 48.057 kWh energi listrik setiap tahunnya, dengan efisiensi 76%. Sistem PLTS dapat memenuhi 95% kebutuhan energi listrik Jai Vila Gianyar, sementara sisanya dipenuhi oleh *generator*. Total biaya investasi untuk pembangunan PLTS berdasarkan RAB yang telah dibuat adalah Rp.1.046.581.000.

**Kata Kunci :** *PLTS, energi terbarukan, hybrid, PVsyst*



# ***PLANNING OF SOLAR POWER PLANTS FOR LIGHTING SYSTEMS IN JAI VILLA GIANYAR***

## ***ABSTRACT***

*The increasing demand for electricity in Indonesia has resulted in the continuous growth of electricity production using primary energy sources. One solution to address dependence on primary energy sources and reduce greenhouse gas emissions is through the utilization of renewable energy sources, particularly solar energy. Indonesia has great potential for the development of solar power systems due to its consistent and intense solar radiation. The use of photovoltaic solar panels and solar power plants (PLTS) is among the reliable technologies for generating electricity. Solar power plants can also be applied to villas like Jai Villa Gianyar as a solution to save electricity and reduce electricity bills. Further research on the planning of solar power plants at Jai Villa Gianyar is necessary to establish an optimal solar power plant systems. This research aims to design the solar power plant systems, evaluate its performance, and estimate the budget required for the construction of the solar power plants at Jai Villa Gianyar.*

*The research findings reveal that the solar power plant systems at Jai Villa Gianyar employs a hybrid system with batteries for storing energy from solar modules and a genset as a backup source. There are 46 units of Jinko Solar brand solar panels with a capacity of 610 Wp, 6 units of Sako Power brand inverters with a capacity of 5 kW, equipped with SCC, and 132 units of lead-acid batteries with a capacity of 12V 200Ah, branded SMT-POWER. According to PVsyst simulation, the solar power plants at Jai Vila Gianyar generates 48,057 kWh of electricity annually, with an efficiency of 76%. The solar power plant systems can meet 95% of the electricity demand of Jai Villa Gianyar, while the remaining portion is fulfilled by the generator. The total investment cost for the construction of the solar power plants based on the prepared Cost Estimation and Budget (RAB) is Rp.1.046.581.000.*

**Keywords :** *solar power plants, renewable energy, hybrid, PVsyst*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini yang berjudul Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Sistem Penerangan Pada Jai Vila Gianyar tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program Pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

Penulis menyadari Buku Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 23 Agustus 2023

I Putu Wikan Pramaputra

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	iv
Ucapan Terima Kasih.....	v
Abstrak dalam Bahasa Indonesia .....	vii
Abstrak dalam Bahasa Inggris .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan umum .....	4
1.4.2 Tujuan khusus .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat bagi penulis .....	5
1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa .....	5
1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali.....	5
1.5.4 Manfaat bagi masyarakat .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Energi Matahari .....	6
2.2 Potensi Energi Surya di Indonesia.....	7
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	9

2.4	Prinsip Kerja PLTS.....	10
2.5	Jenis – Jenis PLTS .....	10
	2.5.1 Mode pengoperasian .....	10
	2.5.2 Posisi pemasangan.....	12
	2.5.3 Desain sistem.....	13
2.6	Komponen Utama Sistem PLTS.....	14
	2.6.1 Panel surya .....	14
	2.6.2 <i>Inverter</i> .....	16
	2.6.3 <i>Solar charge controller</i> (SCC).....	18
	2.6.4 Baterai .....	19
2.7	<i>Software</i> PVSYST .....	20
2.8	Merancang Sistem PLTS .....	21
	2.8.1 Melihat iradiasi matahari.....	21
	2.8.2 Membuat data beban dan menghitung kebutuhan harian beban .....	23
	2.8.3 Menghitung daya puncak dan modul surya.....	23
	2.8.4 Memilih modul surya dan menghitung luas area efektif yang dibutuhkan .....	23
	2.8.5 Menghitung jumlah modul .....	24
	2.8.6 Menghitung kebutuhan energi dan baterai .....	24
	2.8.7 Menghitung kapasitas daya beban maksimum ( $W_{maks}$ ).....	24
	2.8.8 Memilih <i>inverter</i> sesuai daya .....	24
	2.8.9 Menghitung jumlah baterai yang dibutuhkan.....	25
	2.8.10 Menghitung kapasitas daya & arus <i>solar charge controller</i> (SCC) .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>26</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	26
3.2	Alur Penelitian .....	27
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	29
3.4	Penentuan Sumber Data.....	29
3.5	Sumber Daya Penelitian .....	28
3.6	Instrumen Penelitian .....	30

3.7	Prosedur Penelitian .....	31
3.7.1	Langkah persiapan.....	31
3.7.2	Langkah pengambilan data.....	31
3.7.3	Langkah pengolahan data.....	31
3.7.4	Langkah perancangan sistem .....	32
3.7.5	Langkah pengujian sistem.....	32
3.7.6	Langkah penyusunan rancangan anggaran biaya .....	32
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pengukuran Iradiasi Matahari .....	33
4.2	Analisa Luas Lokasi Instalasi PLTS.....	33
4.3	Menghitung Kebutuhan Energi Harian Beban .....	35
4.4	Menghitung Kapasitas Komponen PLTS .....	36
4.4.1	Menghitung daya puncak modul surya .....	36
4.4.2	Memilih modul surya dan menghitung luas area efektif yang dibutuhkan.....	37
4.4.3	Menghitung jumlah modul surya .....	37
4.4.4	Menghitung kebutuhan energi dari baterai.....	39
4.4.5	Menghitung kapasitas daya beban maksimum ( $W_{maks}$ ).....	39
4.4.6	Memilih <i>inverter</i> sesuai daya .....	39
4.4.7	Menentukan tegangan kerja dan menghitung <i>ampere hour</i> (AH) baterai.....	40
4.4.8	Menghitung kapasitas daya dan arus <i>solar charge controller</i> (SCC).....	41
4.5	Peletakan Modul Surya Pada Lokasi Instalasi.....	42
4.6	Simulasi Performa PLTS Menggunakan <i>Software</i> PVsyst.....	45
4.6.1	Memilih jenis <i>project design</i> sistem PLTS.....	45
4.6.2	Menuliskan nama proyek dan memilih parameter <i>site and meteo</i> .....	46
4.6.3	Memasukan titik koordinat, data meteorologi dan klimatologi .....	46
4.6.4	Menentukan orientasi modul surya .....	47
4.6.5	Input data konsumsi energi dan jam operasi beban.....	48
4.6.6	Memilih sistem dan spesifikasi komponen PLTS .....	49

4.7	Hasil Penelitian .....	50
4.7.1	Hasil simulasi PVsyst 7.3 PLTS Jai Vila Gianyar.....	50
4.7.2	Analisa produksi energi listrik PLTS Jai Vila Gianyar.....	54
4.7.3	Analisa rugi – rugi PLTS Jai Vila Gianyar.....	56
4.8	Rancangan Anggaran Biaya dan <i>Payback Period</i> PLTS Jai Vila Gianyar .....	58
 <b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		64
<b>LAMPIRAN.....</b>		66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Radiasi harian rata-rata pada beberapa lokasi di Indonesia .....	9
Tabel 2.2 Hubungan antara DOD dan usia pakai baterai.....	20
Tabel 3.1 Tabel pelaksanaan.....	28
Tabel 4.1 Data pengukuran iradiasi matahari pada Jai Vila Gianyar.....	33
Tabel 4.2 Data beban dan jam operasi harian beban Jai Vila Gianyar .....	35
Tabel 4.3 Spesifikasi modul surya 610 Wp .....	38
Tabel 4.4 Spesifikasi <i>inverter</i> .....	40
Tabel 4.5 Spesifikasi Baterai PLTS .....	41
Tabel 4.6 Potensi energi listrik PLTS Jai Vila Gianyar berdasarkan simulasi PVsyst 7.3 .....	51
Tabel 4.7 Hubungan intensitas radiasi dan produksi energi PLTS .....	55
Tabel 4.8 Hubungan temperatur dan produksi energi PLTS.....	56
Tabel 4.9 Rancangan anggaran biaya PLTS Jai Vila Gianyar .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyebaran jenis radiasi matahari .....	6
Gambar 2.2 Alat ukur <i>pyranometer</i> .....	7
Gambar 2.3 Peta potensi energi surya Indonesia .....	8
Gambar 2.4 Diagram sistem PLTS <i>off grid</i> tipe <i>AC coupling</i> .....	11
Gambar 2.5 Diagram sistem PLTS <i>off grid</i> tipe <i>DC coupling</i> .....	11
Gambar 2.6 Diagram sistem PLTS <i>on grid</i> .....	11
Gambar 2.7 Diagram sistem PLTS <i>hybrid</i> .....	12
Gambar 2.8 PLTS <i>ground mounted</i> .....	12
Gambar 2.9 PLTS <i>rooftop</i> .....	13
Gambar 2.10 PLTS terapung.....	13
Gambar 2.11 Ilustrasi sistem PLTS terpusat.....	14
Gambar 2.12 Perbandingan antara Sistem PLTS <i>off grid DC coupling</i> dan AC <i>Coupling</i> .....	15
Gambar 2.13 Perbandingan antara Sistem PLTS <i>off grid DC coupling</i> dan AC <i>Coupling</i> .....	15
Gambar 2.14 <i>Inverter DC to AC</i> .....	16
Gambar 2.15 <i>Inverter string</i> .....	17
Gambar 2.16 <i>Battery inverter</i> .....	18
Gambar 2.17 <i>Solar charge controller</i> .....	19
Gambar 2.18 Baterai untuk solar panel.....	20
Gambar 2.19 Tampilan utama <i>software PVSYST</i> .....	21
Gambar 2.20 Perbedaan DNI, DHI, dan GHI .....	22
Gambar 3.1 Skema sistem PLTS pada Jai Vila Gianyar.....	26
Gambar 3.2 Tampak depan Jai Vila Gianyar .....	27
Gambar 3.3 Tampak belakang Jai Vila Gianyar .....	27
Gambar 3.4 Alur penelitian.....	28
Gambar 3.5 Lokasi Jai Vila Gianyar.....	29
Gambar 4.1 Atap Jai Vila Gianyar.....	34
Gambar 4.2 Tampak atas desain 3D PLTS Jai Vila Gianyar.....	43



Gambar 4.3 Tampak depan desain 3D PLTS atap Jai Vila Gianyar .....	43
Gambar 4.4 Tampak samping desain 3D PLTS atap Jai Vila Gianyar .....	43
Gambar 4.5 Diagram satu garis PLTS Jai Vila Gianyar .....	44
Gambar 4.6 Tampilan menu awal <i>software</i> PVsyst 7.3 .....	45
Gambar 4.7 Tampilan menu parameter <i>site and meteo</i> .....	46
Gambar 4.8 Tampilan menu <i>geographical site parameters</i> .....	46
Gambar 4.9 Tampilan menu data meteorologi dan klimatologi .....	47
Gambar 4.10 Tampilan menu <i>orientation</i> .....	47
Gambar 4.11 Tampilan menu <i>daily use of energy consumption</i> .....	48
Gambar 4.12 Tampilan menu <i>daily use of energy hourly distribution</i> .....	49
Gambar 4.13 Tampilan menu <i>storage system definition</i> .....	49
Gambar 4.14 Tampilan menu <i>PV array and controller system definition</i> .....	50
Gambar 4.15 Tampilan menu <i>back up generator system definition</i> .....	50
Gambar 4.16 Grafik produksi oleh PLTS dalam kondisi normal .....	52
Gambar 4.17 Grafik rasio kinerja PLTS Jai Vila Gianyar .....	53
Gambar 4.18 <i>Loss diagram</i> PLTS Jai Vila Gianyar .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data beban dan jam operasi beban Jai Vila Gianyar
- Lampiran 2 : Daftar spesifikasi lampu pada Jai Vila Gianyar
- Lampiran 3 : *Layout* lampu pada Jai Vila Gianyar
- Lampiran 4 : *Report* simulasi PVsyst

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Energi listrik merupakan salah satu energi yang dapat mendorong segala jenis aktivitas manusia. Energi listrik dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti, penerangan, pemanasan, transportasi, industri, dan operasi peralatan elektronik. Secara keseluruhan, perkembangan teknologi yang terus berkembang membuat konsumsi energi listrik semakin meningkat. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat, konsumsi listrik per kapita di Indonesia sebesar 1.173 kilowatt hour (kWh) pada 2022. Jumlah itu meningkat 4,45% dari tahun sebelumnya yang sebesar 1.123 kWh. Secara tren, konsumsi listrik per kapita di Indonesia terus meningkat sejak 2015. Peningkatan tertinggi terjadi pada tahun 2017 sebesar 6,8%. Sedangkan, pertumbuhan terendah terjadi pada 2020, yakni 0,4% (Rizaty, 2023). PT Perusahaan Listrik Negara/PLN (Persero) Unit Induk Industri Bali mencatat peningkatan penjualan tenaga listrik hingga 9,53% dibandingkan pada periode yang sama tahun 2021 (yoy) sebesar 1.236,58 Giga Watt hour (GWh) pada akhir Maret 2022 (Suparta, 2022). Berdasarkan data tersebut, menandakan kebutuhan akan energi listrik di Indonesia terutama di Bali sangat besar dan diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya. Energi listrik dapat dihasilkan dari sumber energi primer, seperti batubara dan minyak bumi. Energi listrik yang dihasilkan dari sumber energi primer menghasilkan emisi gas rumah kaca yang merupakan salah satu penyebab perubahan iklim. Oleh karena itu, perlu dikembangkan sumber energi terbarukan untuk menggantikan produksi energi listrik dari sumber energi primer.

Salah satu sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik adalah energi matahari. Matahari menghasilkan energi dalam bentuk radiasi. Energi dihasilkan dalam inti matahari melalui proses perpaduan antara atom hidrogen dan helium. Bagian dari massa hidrogen dikonversi menjadi energi (Ramadhana dkk, 2022). Energi matahari dapat

digunakan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil seperti minyak, batubara, dan gas alam. Wilayah Indonesia Sebagian besarnya mendapatkan radiasi matahari yang cukup stabil dan intens dengan nilai radiasi harian rata-rata sekitar  $4 \text{ kWh/m}^2$  (Ab Kadir & Rafeeu, 2010). Berdasarkan data yang dikumpulkan dari 18 lokasi di Tanah Air, sebaran radiasi matahari memiliki sedikit perbedaan pada wilayah barat dan timur. Diperkirakan sebaran radiasi matahari untuk Wilayah Barat sebesar  $4,5 \text{ kWh/m}^2$  /hari dan untuk Wilayah Timur sebesar  $5,1 \text{ kWh/m}^2$ /hari dengan radiasi berkisar 9-10% (Kurniawan, 2016). Oleh karena itu, Indonesia secara teoritis memiliki potensi yang baik untuk pengembangan sistem tenaga surya karena radiasi harian rata-rata di atas  $4 \text{ kWh/m}^2$  / hari pertahun (Afif, Martin, 2022). Teknologi yang digunakan untuk mengambil energi matahari meliputi panel surya fotovoltaik dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). PLTS merupakan salah satu dari berbagai jenis pembangkit listrik tenaga terbarukan yang tersedia saat ini. Sistem ini mengandalkan panel surya yang mengumpulkan cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaik. PLTS dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti penerangan jalan, penerangan rumah tangga, dan pembangkit listrik skala kecil untuk pemukiman atau industri. PLTS juga dapat digunakan untuk pembangkit listrik skala besar untuk memasok listrik ke jaringan nasional.

Sistem PLTS juga dapat diaplikasikan sebagai sumber pembangkit listrik pada Vila. Pada umumnya, Vila merupakan sebuah rumah atau bangunan yang berada pada sebuah lereng pegunungan yang cenderung bukan merupakan tempat tinggal tetap, namun hanya digunakan sebagai tempat tinggal sementara untuk berlibur pemiliknya atau bisa juga disewakan kepada para pengunjung (Tokan, 2014). Jai Vila Gianyar merupakan sebuah vila yang berlokasi di daerah Gianyar, berdekatan dengan pantai Cucukan. Vila ini memiliki luas tanah  $7500 \text{ m}^2$  dan luas bangunan  $1500 \text{ m}^2$ . Jai Vila Gianyar merupakan salah satu vila yang memerlukan konsumsi energi listrik, dimana salah satu konsumsi energi listrik pada vila tersebut terletak pada sistem penerangan. Sistem penerangan pada vila tersebut hampir digunakan setiap hari dan memiliki jam operasi rata-rata antara 5 sampai 12 jam

dalam sehari, sehingga timbul permasalahan yaitu konsumsi energi listrik menjadi tinggi dan biaya atau tagihan listrik juga meningkat.

Salah satu solusi terhadap permasalahan pada Jai Vila Gianyar agar dapat menghemat konsumsi energi serta mengurangi tagihan listrik adalah dengan memanfaatkan energi terbarukan yaitu berupa pengadaan sistem PLTS pada Vila. Sistem PLTS akan digunakan sebagai pembangkit listrik untuk sistem penerangan berupa lampu-lampu pada villa tersebut. Sistem PLTS ini akan menggunakan sistem *hybrid* dimana akan menggunakan baterai untuk menyimpan energi listrik dari modul surya pada siang hari, selain itu PLTS juga akan dikoneksikan dengan sistem genset sebagai penyuplai energi listrik cadangan. Namun, agar dapat menghasilkan sistem PLTS yang optimal untuk vila tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang **“Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Sistem Penerangan Pada Jai Vila Gianyar”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam perencanaan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan PLTS untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar ?
2. Bagaimana performa PLTS yang digunakan untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar ?
3. Berapa perkiraan anggaran biaya yang diperlukan dalam perencanaan PLTS untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar ?

## 1.3 Batasan Masalah

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan adanya pembatasan cakupan penelitian, adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini diantaranya yaitu :

1. Perencanaan hanya dilakukan pada sistem PLTS yang digunakan untuk sistem penerangan berupa lampu-lampu pada Jai Vila Gianyar saja.
2. Pengoperasian dan pengujian performa sistem PLTS pada Jai Vila Gianyar dilakukan menggunakan simulasi *software* PVsyst.

3. Pembuatan anggaran biaya dan harga komponen PLTS akan mengambil referensi dari berbagai *market place* yang ada di internet.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Dalam melaksanakan penelitian ini, penulis memiliki tujuan yang diharapkan dapat tercapai kedepannya. Adapun tujuan yang diharapkan yaitu berupa tujuan umum dan tujuan khusus seperti :

##### **1.4.1 Tujuan umum**

Tujuan umum yang diharapkan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Untuk mengimplementasikan ilmu – ilmu atau teori yang didapat selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Mengembangkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di masa perkuliahan, menerapkan dan menuangkan ke dalam bentuk proposal penelitian skripsi.
3. Untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana Terapan program studi Teknologi Rekayasa Utilitas di Politeknik Negeri Bali.

##### **1.4.2 Tujuan khusus**

Tujuan khusus yang diharapkan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Merencanakan PLTS untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar.
2. Untuk mengetahui performa PLTS yang digunakan untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar.
3. Untuk mengetahui perkiraan anggaran biaya yang diperlukan dalam perencanaan PLTS untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dengan harapan memiliki manfaat yang dapat dirasakan kedepannya. Adapun manfaat yang diharapkan dapat dirasakan yaitu

manfaat bagi penulis sendiri, mahasiswa, Politeknik Negeri Bali, dan juga tentunya masyarakat.

#### **1.5.1 Manfaat bagi penulis**

Dengan dilaksanakannya penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang selama ini diperoleh pada masa perkuliahan dan dengan terlaksananya penelitian ini, diharapkan dapat menambah wawasan penulis mengenai topik permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

#### **1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa sebagai referensi dan juga media pembelajaran dalam hal menambah wawasan dan melakukan penyusunan penelitian skripsi kedepannya terkait dengan penelitian mengenai perencanaan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk sebuah bangunan.

#### **1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali**

Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi instansi yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Politeknik Negeri Bali dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai bahan pendidikan di bidang Teknik Mesin di kemudian hari sehingga menjadi suatu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

#### **1.5.4 Manfaat bagi masyarakat**

Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam melakukan perencanaan sistem pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber pembangkit listrik pada sebuah bangunan. Diharapkan juga penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya teknologi PLTS dan peran yang dapat dimainkan dalam pengembangan energi terbarukan.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari perencanaan pembangkit listrik tenaga surya untuk sistem penerangan pada Jai Vila Gianyar, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem menggunakan modul sebanyak 46 buah yang seluruhnya ditempatkan pada area *rooftop* Jai Vila Gianyar. Untuk sudut kemiringan panel surya mengikuti sudut kemiringan atap yaitu  $15^\circ$  dengan sudut azimut mengikuti bangunan yaitu  $52,5^\circ$  dengan penyangga berjenis *adjustable tilt*. Komponen yang digunakan adalah 46 buah panel surya merk Jinko Solar tipe *Tiger Neo N-Type 78H84-(V)* dengan kapasitas 610 Wp, untuk *inverter* beserta dengan *Solar Charger Controller* adalah merk Sako Power model SUNPOLO 5KW / 48V dengan kapasitas 5 kW sebanyak 6 buah, untuk baterai adalah Baterai SMT-POWER tipe *lead acid* dengan kapasitas 12V 200Ah sebanyak 132 buah.
2. Energi listrik yang dihasilkan PLTS Jai Vila Gianyar adalah sebesar 48.057 kWh setiap tahunnya. Setelah melalui proses konversi oleh inverter serta pembagian energi cadangan ke baterai, maka total energi listrik yang disuplai ke pengguna atau beban adalah sebesar 45.910 kWh. tingkat *performance Ratio* PLTS sebesar 0,759, yang berarti tingkat efisiensi dari sistem PLTS Jai Vila Gianyar adalah 76 %. Sedangkan untuk *solar fraction*, sistem PLTS Jai Vila Gianyar memiliki nilai *solar fraction* sebesar 0,947, sehingga dapat dikatakan 95 % energi listrik pada Jai Vila Gianyar dapat terpenuhi oleh sistem PLTS. Berdasarkan *losses diagram*, energi yang dapat diproduksi sistem PLTS sebesar 55.547 kWh mengalami penurunan akibat rugi-rugi dalam sistem, sehingga PLTS hanya dapat memproduksi energi sebesar 45.650 kWh. Dikarenakan energi listrik pertahun yang dibutuhkan oleh beban pada Jai Vila Gianyar



mencapai 45.845 kWh, maka dari itu dibutuhkan energi listrik dari *back-up generator* sekitar 2.496,7 kWh. Sehingga dapat dikatakan 98,6% kebutuhan energi listrik Jai Vila Gianyar dipenuhi oleh sistem PLTS dan 1,4% dipehuhi oleh *back-up generator*.

3. Berdasarkan hasil perhitungan *payback period*, total biaya investasi awal PLTS sebesar Rp.1.046.581.000, dengan rata – rata penghasilan per tahun sebesar Rp.81.692.094, biaya *operation & maintenance* per tahun sebesar Rp.20.521.000 dan biaya operasi genset per tahun sebesar Rp.2.686.000 akan kembali pada tahun ke 17 bulan ke 9.

## 5.2 Saran

Dari penelitian ini, penulis ingin sedikit memberikan saran yang kemudian dapat dijadikan panduan dan perbaikan kedepannya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu antara lain:

1. Menambah pembahasan terkait analisis faktor bayangan (*shading factor*), analisa LID (*Light Induced Degradation*) *loss factor* atau kerugian performa yang timbul pada jam – jam pertama paparan matahari, analisa *soiling loss factor* (kerugian akibat kotoran pada sistem PLTS) secara lebih mendalam yang nantinya menyebabkan daya keluaran modul surya menjadi berkurang dari nominal seharusnya.
2. Menambahkan pembahasan terkait analisis ekonomi teknik yang lebih mendalam sehingga mengetahui NPV (*Net Present Value*) dan BCR (*Benefit Cost Ratio*). Serta perhitungan dan pembahasan terkait instalasi kabel dan proteksi pada PLTS agar lebih mengetahui rugi – rugi pada sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ab Kadir, M. Z. A., & Rafeeu, Y. (2010). A review on factors for maximizing solar fraction under wet climate environment in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8), 2243–2248.
- Afif, F., Awaludin M. 2022. Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material Afif dan Martin*. 6 (1): 43-52.
- Artiyasa, M. 2022. *PLTS di Indonesia*. CV Jejak, Anggota IKAPI. Sukabumi.
- Chandra, N. 2021. *Solar Inverter with Solar Panel and Battery - Which is the Best Option?*. Terdapat pada: <https://www.loomsolar.com/blogs/collections/solar-inverter-with-solar-panel-and-battery-which-is-the-best-option>. Diakses tanggal 1 Februari 2023.
- Dedy. 2017. *Harga Inverter DC ke AC*. Terdapat pada: <http://inverterdaridckeac.blogspot.com/2017/01/harga-inverter-dc-ke-ac-500-watt.html>. Diakses tanggal 1 Februari 2023.
- Jamaaluddin. 2021. *Buku Petunjuk Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. USMIDA Press. Sidoarjo.
- Kencana, B., Budi P., Hanny B., Imas A., Puteri M., Raymond B., Ricard R.P., Winnie. 2018. *Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*. Tetra Tech ES, Inc. Jakarta
- Megantoro, P. 2022. *Analisa Karakteristik Pyranometer Untuk Mengukur Level Iradiasi Matahari*. Terdapat pada: <https://unair.ac.id/analisa-karakteristik-pyranometer-untuk-mengukur-level-iradiasi-matahari/>. Diakses tanggal 1 Februari 2023
- Ramadhana, R.R., Iqbal M.M., Abdul H., Adriani. 2022. Analisa PLTS *On Grid*. *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*. 14 (1): 12-25.
- Ramadhani. I.B. 2018. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don't*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Jakarta.
- Rizaty, M.A. 2023. *Konsumsi Listrik per Kapita di Indonesia Naik 4,45% Pada 2022*. Terdapat pada: <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/konsumsi-listrik-per-kapita-di-indonesia-naik-445-pada-2022>. Diakses tanggal 1 Februari 2023.
- Roal, M. 2015. Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai dan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*. 7 (2): 12-19.

- Saputra, I. 2019. *PVsyst, Software Simulasi PLTS*. Terdapat pada: <https://mynameis8.wordpress.com/2019/10/16/pvsyst-software-simulasi-plts/>. Diakses tanggal 1 Februari 2023.
- Simanjorang, R. 2016. *PLTS Terpusat: Tinjauan Teknologi*. Terdapat pada: <https://www.linkedin.com/pulse/plts-terpusat-tinjauan-teknologi-raymond-simanjorang/?originalSubdomain=id>. Diakses pada tanggal 1 Februari 2023.
- Suparta, I.K. 2022. *PLN: Akhir Maret 2022, Konsumsi Listrik Bali tumbuh 9,53 Persen*. Terdapat pada: <https://bali.antaranews.com/berita/276557/pln-akhir-maret-2022-konsumsi-listrik-bali-tumbuh-953-persen>. Diakses pada tanggal 1 Februari 2023.
- Tambunan, H.B., 2020. *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. CV Budi Utama. Yogyakarta.
- Tokan, M.R.L. 2014. Kawasan Villa Dengan Penataan Landsekap Agrowisata di Kota Singkawang. *Jurnal Mosaik Arsitektur Universitas Tanjungpura*. 2 (1): 91-102.
- Wicaksono, D.B. 2019. *Analisa Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Aplikasi PVSYST di Pantai Indrayanti, Gunung Kidul*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.