

SKRIPSI

**STUDI TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN
PLTS *ROOFTOP* DENGAN SISTEM *OFF-GRID* DI
ADI JAYA *HOMESTAY* SEMINYAK DENGAN
SOFTWARE PVSYST**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Kadek Aditya Kresnajaya

NIM. 2215374015

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

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

STUDI TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN PLTS ROOFTOP DENGAN SISTEM *OFF-GRID* DI ADI JAYA HOMESTAY SEMINYAK DENGAN *SOFTWARE* PVSYST

Oleh :

I Kadek Aditya Kresnajaya

NIM. 2215374015

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

Bukit Jimbaran, 15 Agustus 2023

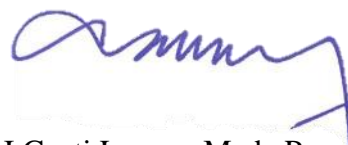
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Ir. Ida Bagus Ketut Sugirianta, MT.
NIP. 196606161993031003

Dosen Pembimbing 2:



I Gusti Lanang Made Parwita, ST. M.T.
NIP. 197108201997031002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN PLTS ROOFTOP DENGAN SISTEM *OFF-GRID* DI ADI JAYA HOMESTAY SEMINYAK DENGAN *SOFTWARE* PVSYSY

Oleh :

I Kadek Aditya Kresnajaya

NIM. 2215374015

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 21 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

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

Bukit Jimbaran, 21 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

1. Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197602142002121001

2. Gede Sastra Wibawa, ST., MT.
NIP. 196804071998021001

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Ida Bagus Ketut Sugirianta, MT.
NIP. 196606161993031003

2. I Gusti Lanang Made Parwita, ST. M.T.
NIP. 197108201997031002

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:
**STUDI TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN PLTS ROOFTOP DENGAN
SISTEM OFF-GRID DI ADI JAYA HOMESTAY SEMINYAK DENGAN
SOFTWARE PVSYST**

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.

Bukit Jimbaran, 25 Juli 2023

Yang menyatakan



I Kadek Aditya Kresnajaya

NIM. 2215374015

**STUDI TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN PLTS
ROOFTOP DENGAN SISTEM OFF-GRID DI ADI JAYA
HOMESTAY SEMINYAK DENGAN SOFTWARE PVSYSY**

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi hampir semua negara meningkat secara signifikan. Sehingga pemanasan global dan krisis energi menjadi dua isu utama yang semakin mendesak di era modern ini. Salah satu cara untuk menanggulangi masalah tersebut adalah pemanfaatan PLTS. Seminyak, sebagai salah satu kawasan pariwisata di Bali, merupakan tempat yang potensial untuk penerapan PLTS *rooftop* di bangunan-bangunan komersial, seperti *homestay*. Penelitian ini akan menggali berbagai aspek teknis terkait instalasi PLTS *rooftop* di Adi Jaya *Homestay*, termasuk pengambilan data lokasi, data temperatur, data iradiasi matahari dan pemilihan kapasitas PLTS yang sesuai. *Software* PVsyst akan digunakan sebagai alat untuk melakukan simulasi dan analisis terkait kinerja PLTS. Dalam aspek ekonomi, penelitian ini juga akan menganalisis ekonomi dari perencanaan PLTS di Adi Jaya *Homestay*. Dimana menggunakan 3 metode, yaitu *Net Present Value*, *Internal Rate Of Return* dan *Discounted Payback Period*. Peneliti mendapatkan hasil rancangan berupa pengukuran konsumsi energi listrik yang terukur adalah 6,8 kWh. Modul solar dengan kapasitas 550 Wp sebanyak 4 lembar dihubungkan seri-paralel. MPPT dengan kapasitas 30 A 48 V. Baterai dengan kapasitas 100 Ah sebanyak 6 unit dihubungkan paralel. Inverter dengan kapasitas 2000 Watt 48 V. Iradiasi matahari mendapatkan rata – rata 5,67 kWh/m²/Day. Temperatur mendapatkan rata – rata sebesar 27,3 °C. Pada pembangkitan energi melalui *software* PVsyst, peneliti mendapatkan hasil jumlah rata – rata energi tahunan adalah sebesar 4169,8 kWh. Pada analisis ekonomi, peneliti mendapatkan hasil RAB sebesar Rp 55.231.700,00. Dengan menggunakan 3 metode untuk menentukan analisis kelayakan ekonomi, yaitu NPV sebesar Rp14.731.186,37 > 1. IRR sebesar 8,95%. DPP menggunakan *periode cutoff* 15 tahun dengan periode waktu balik 8 tahun.

Kata Kunci : *PLTS, perencanaan PLTS rooftop off-grid, analisis ekonomi, kelayakan investasi*

**TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY OF ROOFTOP SOLAR
POWER PLANT DESIGN WITH OFF-GRID SYSTEM AT ADI JAYA
HOMESTAY SEMINYAK USING PVSYST SOFTWARE**

ABSTRACT

The needs for energy in almost all countries have increased significantly. So that global warming and the energy crisis are the two main issues that are increasingly urgent in this modern era. One way to overcome this problem is the use of solar power plant. Seminyak as one of the tourism areas in Bali is a potential place for rooftop solar applications in commercial buildings such as homestays. This research will explore various technical aspects related to the installation of the rooftop PLTS at Adi Jaya Homestay, including the collection of location data, temperature data, solar radiation data and selecting the appropriate PLTS capacity. PVSyst software will be used as a tool to carry out simulations and analyzes related to PLTS performance. In the economic aspect, this study will also analyze the economics of PLTS planning at Adi Jaya Homestay. Where to use 3 methods namely Net Present Value, Internal Rate Of Return and Discounted Payback Period. Researchers get the results of the design in the form of measurements of measured electrical energy consumption of 6.8 kWh. 4 solar modules with a capacity of 550 Wp are connected in series-parallel. MPPT with a capacity of 30 A 48 V. Batteries with a capacity of 100 Ah as many as 6 pieces connected in parallel. Inverter with a capacity of 2000 Watt 48 V. Solar radiation gets an average of 5.67 kWh/m²/Day. The average temperature reaches 27.3 °C. In generating energy through the PVSyst software, the researchers obtained an average energy output per year of 4169.8 kWh. In the economic analysis, the researcher obtained RAB results of IDR 55,231,700.00. By using 3 methods to determine the economic feasibility analysis, namely the NPV of IDR 14,731,186.37 > 1. IRR of 8.95%. DPP uses a cutoff period of 15 years with a return period of 8 years.

Keywords: *solar power plant rooftop, planning of solar power plant rooftop off-grid, economic analysis, investment feasibility*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa / Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Studi Teknis Dan Ekonomi Perencanaan PLTS *Rooftop* Dengan Sistem *Off-grid* di *Adi Jaya Homestay Seminyak* Dengan *Software Pvsyst*” tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 4 Teknik Otomasi Kelas Spesialisasi Energi Baru Terbarukan 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 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, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Ir. I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, ST, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi.
5. Bapak Ir. Ida Bagus Ketut Sugirianta, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Capstone Project ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Gusti Lanang Made Parwita, ST. M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Keluarga tercinta dari penulis yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
8. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.

9. Kepada Ni Putu Gita Wulandari yang selalu mendengarkan keluhan-kesah penulis, memberikan dukungan, nasehat, arahan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya.
10. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Bukit Jimbaran, 25 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

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	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.3 Jenis Sistem PLTS	8
2.3.1 Sistem <i>Off-Grid</i>	8
2.3.2 Sistem <i>On-Grid</i>	9
2.3.3 Sistem <i>Hybrid</i>	9
2.4 Jenis Panel Surya	10
2.4.1 <i>Monocrystalline</i>	11
2.4.2 <i>Polycrystalline</i>	11
2.5. Komponen PLTS	12
2.5.1 Panel Surya	12
2.5.2 Solar Charge Controller.....	13
2.5.3 Inverter	14
2.5.4 Baterai.....	14

2.5.5	Komponen Panel	15
2.6	<i>Water Heater</i>	18
2.7	<i>Software PVsyst</i>	19
2.8	Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya	19
2.8.1	Temperatur panel surya	19
2.8.2	Radiasi matahari	20
2.8.3	Kecepatan faktor dan keadaan atmosfer bumi	20
2.8.4	Bayangan	20
2.8.5	Posisi atau kemiringan panel surya	20
2.9	Aspek Teknis	20
2.9.1	Pengukuran Konsumsi Energi Harian	21
2.9.2	Perhitungan Kapasitas Sistem PLTS.....	21
2.10	Aspek Ekonomi dan Analisis ekonomis	22
2.10.1	<i>Net Present Value (NPV)</i>	25
2.10.2	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	25
2.10.3	<i>Discounted Payback Periode (DPP)</i>	26
BAB III	METODE PENELITIAN	27
3.1	Jenis Penelitian	27
3.2	Objek Penelitian.....	27
3.3	Alur Penelitian	28
3.4	Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.5	Sumber dan Jenis Data.....	31
3.6	Metode Pengambilan Data.....	31
3.6.1	Rancangan Teknis	31
3.6.2	Rancangan Ekonomi	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Data Lokasi.....	35
4.2	Bidang Atap Tempat Pemasangan Panel Surya.....	36
4.3	Data Iradiasi Matahari	36
4.4	Data Temperatur Udara	37
4.5	Data Konsumsi Energi Harian	39
4.6	Pemilihan Modul Surya	42
4.7	Pemilihan Inverter	43
4.8	Perhitungan Kapasitas Sistem PLTS	44
4.8.1	Menghitung <i>Area Array (PV Area)</i>	44

4.8.2 Menghitung Daya yang Akan dibangkitkan Modul Surya	46
4.8.3 Menghitung Jumlah Modul Surya.....	46
4.8.4 Menghitung kapasitas MPPT	47
4.8.5 Menghitung kapasitas baterai	48
4.8.6 Menghitung kapasitas Inverter	49
4.8.7 Nilai Arus dan Tegangan Per-String	49
4.8.8 Sistem Proteksi (Pengaman) dan Kabel	49
4.9 Hasil Rancangan	52
4.9.1 Gambar Diagram Skematik Perencanaan PLTS	52
4.9.2 Gambar Tata Letak Pemasangan PLTS <i>Rooftop</i> (CAD)	53
4.9.3 Gambar <i>Wiring</i> diagram PLTS <i>rooftop</i> sistem <i>off-grid</i>	53
4.10 Simulasi Perencanaan PLTS Menggunakan PVsyst.....	55
4.11 Rancangan Ekonomi	59
4.11.1 RAB Perencanaan PLTS <i>Rooftop</i>	59
4.11.2 Analisis Kelayakan Investasi Pada PLTS <i>Rooftop</i>	60
BAB V PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
DAFTAR LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	PLTS rooftop.....	8
Gambar 2.2	Sistem <i>off-grid</i>	8
Gambar 2.3	Sistem <i>on-grid</i>	9
Gambar 2.4	Sistem <i>hybrid</i>	10
Gambar 2.5	Panel surya <i>monocrystalline</i>	11
Gambar 2.6	Panel surya <i>polycrystalline</i>	11
Gambar 2.7	Panel Surya	12
Gambar 2.8	SCCC MPPT	13
Gambar 2.9	Inverter	14
Gambar 2.10	Baterai	14
Gambar 2.11	<i>Miniatur Circuit Breaker</i>	15
Gambar 2.12	Lampu Indikator.....	16
Gambar 2.13	<i>Surge Protector device</i>	16
Gambar 2.14	<i>Combiner box</i>	17
Gambar 2.15	Penghantar kabel	18
Gambar 2.16	<i>Water heater</i>	18
Gambar 2.17	<i>Software PVsyst</i>	19
Gambar 2.18	Urutan dalam perhitungan kapasitas sistem PLTS.....	21
Gambar 3.1	Diagram alur penelitian.....	28
Gambar 3.2	Pulau Bali dan lokasi penelitian.....	29
Gambar 3.3	Lokasi penempatan PLTS <i>rooftop</i> di <i>Adi Jaya Homestay</i>	29
Gambar 4.1	Titik pemasangan PLTS	35
Gambar 4.2	Bidang atap pemasangan panel surya	36
Gambar 4.3	Potensi iradiasi matahari di <i>Adi Jaya Homestay (PVsyst)</i>	36
Gambar 4.4	Data Temperatur udara (<i>PVsyst</i>).....	38
Gambar 4.5	Pengukuran awal menggunakan kWh meter.....	39
Gambar 4.6	Pengukuran setelah terkoneksi beban <i>water heater</i>	40
Gambar 4.7	Pengukuran setelah 4 hari	40
Gambar 4.8	kWh meter 5500 VA	40
Gambar 4.9	Pengukuran konsumsi energi <i>water heater</i>	41
Gambar 4.10	<i>Nameplate</i> spesifikasi <i>water heater</i>	41
Gambar 4.11	Modul surya JAM72S30	42

Gambar 4.12 Inverter Kenika PSW2000-48	43
Gambar 4.13 MPPT Epever XTRA 3415AN	47
Gambar 4.14 Baterai Shoto SDA10-48100	48
Gambar 4.15 Skematik perencanaan PLTS di Adi Jaya <i>Homestay</i>	52
Gambar 4.16 Tata letak penempatan solar modul menggunakan CAD	53
Gambar 4.17 <i>Wiring</i> diagram PLTS <i>rooftop</i> sistem <i>off-grid</i>	54
Gambar 4.18 Tampilan awal <i>software</i> PVsyst	55
Gambar 4.19 Penempatan sudut azimut dan sudut kemiringan (PVsyst).....	56
Gambar 4.20 Memasukkan data konsumsi energi harian (PVsyst)	56
Gambar 4.21 Pemasukan kapasitas PLTS (PVsyst).....	57
Gambar 4.22 Parameter simulasi (Pvsys)	57
Gambar 4.23 Diagram produksi pembangkitan energi PLTS (PVsyst)	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Milestone studi teknis dan ekonomi perencanaan PLTS <i>rooftop</i> dengan sistem <i>off-grid</i> di Adi Jaya <i>Homestay</i> Seminyak menggunakan <i>software</i> PVsyst.....	30
Tabel 4.1 Data iradiasi matahari di Adi Jaya <i>Homestay</i>	37
Tabel 4.2 Data temperatur udara di Adi Jaya <i>Homestay</i>	38
Tabel 4.3 Data konsumsi energi harian	41
Tabel 4.4 Data Spesifikasi modul surya JAM72S30	43
Tabel 4.5 Data spesifikasi inventer Kenika PSW2000-48	44
Tabel 4.6 Data spesifikasi MPPT Epever XTRA 3415AN	47
Tabel 4.7 Data spesifikasi baterai lifepo4 Shoto 100 A 48 V	49
Tabel 4.8 Data spesifikasi Slocable PV-1-F series.....	51
Tabel 4.9 Kuat hantar arus	51
Tabel 4.10 Hasil pembangkitan energi di Adi Jaya <i>Homestay</i> (PVsyst).....	58
Tabel 4.11 RAB perencanaan PLTS di Adi Jaya <i>Homestay</i>	59
Tabel 4.12 Data <i>net present value</i> perencanaan PLTS di Adi Jaya <i>Homestay</i>	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Spesifikasi Solar Modul JA Solar

Lampiran 2: Spesifikasi Inverter Kenika

Lampiran 3: Spesifikasi MPPT Epever

Lampiran 4: Spesifikasi Baterai Lifepo4 Shoto

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi hampir semua negara meningkat secara signifikan. Hal ini berkaitan dengan semakin banyak dan meningkatnya pemakaian energi. Sehingga pemanasan global dan krisis energi menjadi dua isu utama yang semakin mendesak di era modern ini. Bergantung pada sumber energi fosil yang terbatas telah menyebabkan kekhawatiran tentang ketersediaan energi di masa depan. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil juga menyumbang secara signifikan pada emisi gas rumah kaca, yang bertanggung jawab atas pemanasan global dan perubahan iklim.

Perkembangan kemajuan teknologi saat ini terus mengalami kemajuan, salah satunya pada pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS. PLTS merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi baru dan terbarukan berupa sumber energi matahari dalam bentuk energi cahaya yang diubah menjadi energi listrik [1]. Energi baru dan terbarukan adalah solusi yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang semakin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan [2]. Selain itu, di Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar. Indonesia memiliki potensi energi matahari sebesar $4,8 \text{ kWh/m}^2$ setara dengan 112.000 GWp, tetapi energi yang baru dimanfaatkan sekitar 10 MWp [3].

Salah satu upaya pemerintah Indonesia khususnya di daerah provinsi Bali untuk meningkatkan penggunaan pembangkit listrik tenaga surya adalah dengan menerbitkan peraturan gubernur no 45 tahun 2019 tentang energi bersih Bali yang salah satu isinya mengatur desain atau tata letak bangunan yang memanfaatkan sinar matahari secara optimal. Dimana dalam peraturan tersebut menyebutkan bangunan yang memiliki luas lantai lebih dari 500 m^2 harus menyediakan setidaknya 25% atap untuk panel surya [4]. Selain itu Bali juga memiliki potensi yang besar untuk memenuhi target PLTS Bali 108 MWh pada tahun 2025 [5].

Kesadaran akan pentingnya pemilihan jenis pembangkit yang ramah lingkungan membuat penggunaan PLTS semakin meningkat tiap tahunnya. Selain dilihat dari sisi lingkungan, prediksi investasi yang akan semakin murah membuat banyak pihak yang tertarik untuk menggunakan pembangkit listrik tenaga surya. Sumber energi baru dan terbarukan akan semakin mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi [6]. Pemanfaatan PLTS tidak hanya digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik berskala besar namun juga bisa dimanfaatkan untuk mensupply beban rumah tangga maupun UMKM.

Seminyak, sebagai salah satu kawasan pariwisata di Bali, merupakan tempat yang potensial untuk penerapan PLTS *rooftop* di bangunan-bangunan komersial, seperti *homestay*, hotel, dan restoran. *Adi Jaya Homestay*, sebagai objek penelitian dalam skripsi ini, adalah salah satu *homestay* yang berlokasi di Seminyak.

Saat ini, banyak PLTS yang terhubung ke jaringan listrik utama PLN (*grid-connected*) namun, ada juga PLTS dengan sistem *off-grid* yang tidak terhubung ke jaringan listrik utama. Sistem *off-grid* memiliki kelebihan karena dapat menyediakan listrik mandiri tanpa mengandalkan pasokan listrik dari *grid*. Namun, perencanaan dan implementasi PLTS dengan sistem *off-grid* memerlukan analisis teknis dan ekonomi yang cermat untuk memastikan keberlanjutannya.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi teknis dan ekonomi perencanaan PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* di *Adi Jaya Homestay* Seminyak. Untuk mencapai tujuan ini, penulis akan menggunakan *software* PVsyst, yang merupakan salah satu *software* simulasi yang populer dan digunakan secara luas untuk perencanaan sistem energi surya.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga tentang potensi energi surya di kawasan Seminyak, khususnya untuk penerapan PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* di *Adi Jaya Homestay*. Selain itu, analisis teknis dan ekonomi yang mendalam akan membantu dalam mengidentifikasi keuntungan, tantangan, dan kelayakan dari penerapan sistem ini secara menyeluruh. Diharapkan penelitian ini akan memberikan kontribusi positif dalam upaya mencari alternatif energi yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dalam sektor pariwisata di Bali dan juga dapat dijadikan acuan untuk pengembangan PLTS serupa di lokasi lain.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana-kah rancangan teknis sistem PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* untuk men-*supply* beban *water heater* 100 liter di *Adi Jaya Homestay* ?
- b. Berapa-kah kapasitas pembangkitan energi dari hasil rancangan PLTS *off-grid* menggunakan *software* PVsyst di *Adi Jaya Homestay* ?
- c. Bagaimana-kah kelayakan investasi PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* untuk men-*supply* beban *water heater* 100 liter di *Adi Jaya Homestay* ?

1.3 Batasan Masalah

Berikut merupakan limitasi tentang masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, dengan tujuan meningkatkan fokus penelitian ini.

- a. Dalam penelitian ini, penulis hanya membahas mengenai kapasitas dari komponen pembangkit listrik tenaga surya di *Adi Jaya Homestay Seminyak*.
- b. Dalam penggunaan *software* PVsyst, penulis membahas mengenai pembangkitan energi PLTS, data iradiasi matahari, data temperatur,
- c. Pembangkitan energi PLTS hanya dihitung melalui *software* PVsyst.
- d. Rancangan ekonomi berupa kelayakan investasi dimana menggunakan metode *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate Of Return* (IRR) dan *Discounted Payback Period* (DPP).
- e. Harga – harga komponen dari PLTS merupakan harga yang tertera pada *e-commerce* yang dapat diakses secara online.
- f. Penelitian ini tidak mempertimbangkan kekuatan struktural bangunan atap dan berat dari komponen PLTS.
- g. Rancangan anggaran biaya tidak memperhitungkan pajak – pajak.
- h. Perhitungan konsumsi energi harian diukur menggunakan alat ukur kWh dimana dilakukan selama 4 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat 2 tujuan yang di harapkan bisa tercapai, adapun tujuan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Dapat merancang teknis sistem PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* untuk men-*supply* beban *water heater* 100 liter di *Adi Jaya Homestay*.
- b. Dapat mengetahui kapasitas pembangkitan energi dari hasil rancangan PLTS *off-grid* menggunakan *software* PVsyst di *Adi Jaya Homestay*.
- c. Dapat mengetahui kelayakan investasi PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* untuk men-*supply* beban *water heater* 100 liter di *Adi Jaya Homestay Seminyak*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberi manfaat sebagai berikut :

- a. Penelitian ini akan memberikan informasi yang mendalam tentang potensi penggunaan energi surya di lokasi *homestay* dan menunjukkan apakah investasi dalam PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* layak untuk diterapkan. Manfaatnya mencakup potensi penghematan biaya operasional dan energi jangka panjang, serta pengurangan dampak lingkungan dengan menggunakan sumber energi bersih.
- b. Studi ini dapat menjadi contoh bagaimana penggunaan energi surya dapat diterapkan dalam bisnis pariwisata, khususnya di kawasan Seminyak. Jika hasilnya positif, ini dapat menginspirasi pengusaha pariwisata lain untuk mengadopsi teknologi serupa, mengurangi jejak karbon sektor pariwisata, dan berkontribusi pada citra pariwisata berkelanjutan di Bali.
- c. Skripsi ini dapat menjadi referensi dan sumber informasi bagi peneliti dan akademisi yang tertarik dalam bidang energi terbarukan, khususnya PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid*. Hasil studi teknis dan ekonomi serta analisis dengan menggunakan PVsyst dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut dan perbandingan dengan lokasi lain.
- d. Hasil penelitian ini dapat memberikan masukan dan wawasan bagi pembuat kebijakan dalam merancang insentif atau regulasi yang mendukung penerapan energi terbarukan, mendorong transisi ke energi bersih, dan meningkatkan ketahanan energi khususnya di wilayah Seminyak, Bali.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini peneliti membahas tentang penelitian terkait sebelumnya, definisi PLTS, Jenis Panel Surya, Sistem PLTS, Komponen – komponen PLTS, definisi *water heater*, definisi *software* PVsyst, faktor yang mempengaruhi kinerja panel surya, aspek teknis dan aspek ekonomi.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi mengenai Jenis penelitian, alur penelitian, lokasi dan waktu penelitian dan metode pengambilan data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil dari perencanaan PLTS *rooftop*, berupa data lokasi, data iradiasi matahari, data temperatur, rancangan teknis, hasil rancangan, simulasi menggunakan PVsyst dan rancangan ekonomi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan mengenai keseluruhan hasil dari perencanaan PLTS *rooftop* di *Adi Jaya Homestay* yang akan menjawab dari perumusan masalah dan beberapa saran yang dapat memberikan kemajuan penelitian selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam menyelesaikan penelitian ini, peneliti telah melakukan analisis yang mendalam terhadap Studi Teknis Dan Ekonomi Perencanaan PLTS *Rooftop* Dengan Sistem *Off-grid* di *Adi Jaya Homestay Seminyak* Dengan *Software Pvsyst*. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal utama sebagai berikut :

1. Pada rancangan teknis, peneliti mendapatkan hasil rancangan berupa pengukuran konsumsi energi listrik yang terukur dari *water heater* 100 liter adalah 6,8 kWh. Modul solar dengan kapasitas 550 Wp merk AJ Solar sebanyak 4 lembar dihubungkan seri-paralel. MPPT dengan kapasitas 30 A 48 V merk Epever. Baterai dengan kapasitas 100 Ah sebanyak 6 unit dihubungkan paralel. Inverter dengan kapasitas 2000 Watt 48 V. Total luas lahan yang dibutuhkan yaitu 10,33 m². Berdasarkan perhitungan total tegangan (Vmpp) dan arus (Impp) dari panel surya yang masuk ke inverter yaitu 83,92 V dengan nilai arus sebesar 26,22 A.
2. Pada pembangkitan energi melalui *software PVsyst*, peneliti mendapatkan hasil Iradiasi matahari tertinggi pada bulan Oktober yaitu sebesar 6,73 kWh/m²/Day sedangkan terendah pada bulan Juni sebesar 4,77 kWh/m²/Day dengan rata – rata 5,67 kWh/m²/Day. Temperatur tertinggi pada bulan Maret dan Desember sebesar 28°C sedangkan temperatur terendah pada bulan Agustus dan September sebesar 26,3°C dengan rata – rata sebesar 27,3 °C. Jumlah energi yang dibangkitkan terendah adalah 303,1 kWh sedangkan jumlah energi tertinggi adalah 335,5 kWh dengan rata – rata energi tahunan adalah sebesar 3950,8 kWh.
3. Pada analisis ekonomi, peneliti mendapatkan hasil RAB sebesar Rp 55.231.700,00. Dengan menggunakan 3 metode untuk menentukan analisis kelayakan ekonomi, yaitu *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp14.731.186,37 > 1. *Internal Rate Of Return* (IRR) sebesar 8,95%. *Discounted Payback Period* (DPP) menggunakan *periode cutoff* 15 tahun dengan periode waktu balik 8 tahun 4 bulan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan guna meningkatkan keberlanjutan dan keefektifan penelitian ini serta memberikan kontribusi lebih lanjut dalam pengembangan energi terbarukan. Berikut merupakan saran dari peneliti :

1. Analisis rinci mengenai pemeliharaan dengan melakukan analisis yang lebih mendalam mengenai biaya pemeliharaan dan penggantian peralatan dalam jangka panjang sangat penting untuk memahami biaya operasional yang akan terjadi seiring berjalannya waktu. Dalam analisis ini, faktor-faktor seperti umur layanan komponen dan biaya pemeliharaan rutin perlu diperhitungkan.
2. Perbandingan dengan alternatif lain dengan melakukan perbandingan kelayakan antara penerapan PLTS *rooftop off-grid* dengan alternatif lain, seperti sistem *grid-connected* atau sumber energi lain, akan membantu dalam memutuskan solusi energi yang paling optimal bagi Adi Jaya *Homestay* Seminyak.
4. Melakukan variasi skenario dengan menganalisis dengan mengubah beberapa parameter seperti ukuran sistem, sudut kemiringan panel surya, atau kapasitas penyimpanan energi. Ini akan membantu memahami variasi hasil teknis dan ekonomi dalam berbagai situasi yang mungkin terjadi.
5. Melakukan penerapan penggunaan *software* selain PVsyst untuk kapasitas pembangkitan energi dari hasil rancangan PLTS *off-grid* di Adi Jaya *Homestay*. Sehingga hasil pembangkitan energi pada penelitian ini mampu dibandingkan dari *software* satu dengan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. K. S. D. Tan, *Handbook for Solar Photovoltaic Systems,*” Singapore : Energy Market Authority. 2014.
- [2] B. T. H. Ima Maysha, “Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 Dan Thermoelectri Cooler,” vol. 12, hlm. 89–96, 2013.
- [3] RESD, *Direktoral Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.* . 2013.
- [4] D. I.N.S Kumara, *Peta Jalan Pengembangan PLTS Atap : Menuju Bali Mandiri Energi.* Bali, 2019.
- [5] *Peraturan Presiden no, 22 tahun 2017. “Rencana Umum Energi Nasional,”* . Indonesia, 2017.
- [6] N. Emidiana. M. Saleh. F. IK. Perawati. I. Y. A. A. Nurdiana, “Sosialisasi Dan Penyuluhan Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Lingkungan SMK Tri Darma Palembang”.
- [7] G. Pradika, I. A. D. Giriantari, dan I. N. Setiawan, “Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro,* vol. 19, no. 2, hlm. 225, Des 2020, doi: 10.24843/mite.2020.v19i02.p15.
- [8] V. R. Kossi, “Perencanaan PLTS Terpusat (off-grid) Di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah.”
- [9] I.N.S. Kumara, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban dan Ketersediaannya di Indonesia,” *Jurnal Teknik Elektro,* 2010.
- [10] DKK. I.N.S Kumara, “Simulated Energy Production and Performance Ratio of 5 MW Grid Connected Photovoltaic under Tropical Savannah Climate in Kupang Timor Island of Indonesia,” *Taiwan: TAETI,* 2017.
- [11] A. . Y. Nugraha, “Kiat - Kiat dalam Memasang PLTS Atap,” *Kumparan.com,* 4 Maret 2022.
- [12] A. D. H. , M. A. Hardyanti, “Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid.*,” *Jurnal Sekolah Tinggi Teknik PLN.* , vol. 10, hlm. 36–40, 2019.
- [13] Solar Techno, “Pemasangan PLTS *Off-Grid,*” *Solar Techno,* 2022.
- [14] G. Widayana, “Pemanfaatan Eneri Surya,” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.,* vol. 9, hlm. 37–46, 2012.
- [15] Atonergy, “Menghemat Kebutuhan Listrik dengan On-Grid Solar System,” 2020.
- [16] Cakrawala96, “Perbedaan PLTS *On-Grid, Off-Grid, dan Hybrid,*” *Gesaintech,* 10 Mei 2021.
- [17] “Peta Jalan Pengembangan PLTS Atap: Menuju Bali Mandiri Energi”.
- [18] W. A. Salsabila, “Monocrystalline atau Polycrystalline, Mana yang Cocok Untukmu?,” *Kumparan.com,* 5 Maret 2022.
- [19] M. Naim, S. Pengajar, T. Mesin, dan A. T. Sorowako, “Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Offgrid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti.”
- [20] Sans Power, “Mengenal Sekilas Perbedaan Panel Surya Polycristalline Dan Monocrystalline,” *Sans Power,* 1 September 2020.

- [21] Ica Solar, “Apa itu Solar Charge Controller? Perbedaan PWM dengan MPPT?,” *Ica Solar*, 2022.
- [22] Yurika, “Dorong Riset PLTS, Schneider Electric Serahkan Peralatan Solar Inverter ke Universitas Sriwijaya,” *Dunia Energi*, 12 April 2022.
- [23] Energi Nusantara, “PLTS Off Grid,” *Renus*, 2022.
- [24] Telkom University, “MCB (Miniature Circuit Breaker) Pada Rumah,” *Unit laboraturium fakultas ilmu terapan*, 2020.
- [25] Admin, “Pilot Lamp Indikator Panel Listrik,” *PLCdroid*, 23 Februari 2019.
- [26] “Perbandingan Performa Solar Panel Monocrystalline dan Polycrystalline (E.Pratama, et al.)”
- [27] Axis, “What is a Surge Protection Device?,” *Axis*. Available at : <https://axis-india.com/surge-protection-devices-overview/>, 18 Mei 2021.
- [28] Pasang Panel Surya, “Inilah Cara Kerja PV Combiner Box Solar Panel,” Available at : <https://pasangpanelsurya.com/cara-kerja-combiner-box-pv/>, 8 Maret 2023.
- [29] R. T. Jurnal, “Kajian Sistem Kinerja PLTS off-grid 1 kWp DI STT-PLN: Tony Koerniawan; Aas Wasri Hasanah.,” *energi & kelistrikan*, hlm. 38–44, 2018.
- [30] M. I. I. M. S. S. J.W. Agung, “Perencanaan PLTS Untuk Wilayah Kabupaten Gowa Dusun Pakkulompo Provinsi SulSel,” *Makalah Politeknik Negeri Ujung Pandang*, 2012.