

SKRIPSI

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) *ROOFTOP* SISTEM
OFF-GRID DI VILLA THE ROYAL SANTRIAN,
KUTA SELATAN, BADUNG**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Gde Rizky Adhitya Nugraha

NIM. 2215374041

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

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA (PLTS) ROOFTOP SISTEM OFF-GRID DI
VILLA THE ROYAL SANTRIAN, KUTA SELATAN,
BADUNG**

Oleh :

I Gde Rizky Adhitya Nugraha

NIM. 2215374041

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, 23 Agustus 2023


Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Ir. I Made Budiada, M.Pd
NIP.196506091992031002

Dosen Pembimbing 2:



Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP.196705021993031005

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ROOFTOP SISTEM OFF-GRID DI VILLA THE ROYAL SANTRIAN, KUTA SELATAN, BADUNG

Oleh :

I Gde Rizky Adhitya Nugraha
NIM. 2215374041

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 25 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

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

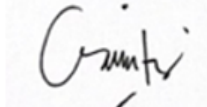
Bukit Jimbaran, 13 September 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :



1. Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006



2. Ni Made Karmiati, S.T., MT.
NIP. 197111221998022001

Dosen Pembimbing :



1. Ir. I Made Budiana, M.Pd
NIP. 196506091992031002



2. Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP. 196705021993031005

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:

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)
ROOFTOP SISTEM OFF-GRID DI VILLA THE ROYAL SANTRIAN, KUTA
SELATAN, BADUNG**

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 Gde Rizky Adhitya Nugraha
NIM. 2215374041

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ROOFTOP* SISTEM *OFF-GRID* DI VILLA THE ROYAL SANTRIAN, KUTA SELATAN, BADUNG

ABSTRAK

Perkembangan kemajuan teknologi saat ini terus mengalami kemajuan, salah satunya pada pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS. Kebutuhan akan energi hampir semua negara meningkat secara signifikan. Kuta Selatan, salah satu tempat wisata di Bali merupakan tempat yang potensial untuk menerapkan PLTS *rooftop* di bangunan-bangunan komersial seperti Villa. Lokasi penelitian ini terletak di Kuta Selatan, Badung. Tepatnya di Villa The Royal Santrian, ini karena lokasinya yang strategis dan daerah ini memiliki iradiasi rata-rata pertahun yang cukup untuk mengoperasikan sebuah sistem PLTS. Pada villa ini belum ada sistem PLTS yang terintegrasi. Maka dari itu, penulis tertarik untuk melakukan perencanaan pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *Off-Grid* berkapasitas 150 Wp. Dalam aspek ekonomi, penelitian ini juga akan menganalisis ekonomi dari perencanaan PLTS di Villa The Royal Santrian menggunakan 3 metode, yaitu *Net Present Value*, *Internal Rate Of Return* dan *Discounted Payback Period*. Sehingga bisa menjadi pedoman dalam mengimplementasikan perencanaan PLTS Atap di Villa The Royal Santrian. Pada aspek teknis, hasil penelitian menunjukkan bahwa peralatan yang dibutuhkan untuk mendukung sistem kelistrikan PLTS *Off-Grid* 6,9 kWh berupa panel surya berjumlah 12 buah dengan daya maksimum 150 Wp dihubungkan secara 2 seri dan 6 paralel dengan tegangan output PV array yang dihitung sebesar 36,2 V dan arus sebesar 39,78 A. Inverter dengan kapasitas 3500 Watt 48 V, MPPT yang dipakai berkapasitas 60 A 48 V dan baterai dengan kapasitas 100 Ah 48V sebanyak 6 unit dihubungkan paralel. Total luas lahan yang dibutuhkan yaitu 12,56 m². Pada pembangkitan energi melalui *software* PVsyst, peneliti mendapatkan hasil jumlah rata – rata energi tahunan adalah sebesar 2518,5 kWh. Iradiasi matahari dengan rata – rata 5,72 kWh/m²/Day. Temperature mendapatkan rata – rata sebesar 27,3 °C. Nilai kelayakan investasi menunjukkan Net Present Value (NPV) sebesar Rp4.509.984,69 > 1. Internal Rate Of Return (IRR) sebesar 6,74%. Discounted Payback Period (DPP) menggunakan periode cutoff 15 tahun dengan periode waktu balik 13 tahun 1 bulan.

Kata Kunci : PLTS, perencanaan PLTS *rooftop off-grid*, PVsyst

PLANNING OF OFF-GRID ROOFTOP SOLAR POWER PLANT AT VILLA THE ROYAL SANTRIAN, KUTA SELATAN, BADUNG

ABSTRACT

Current technological advances continue to progress, one of which is solar power plants or PLTS. The energy needs of almost all countries have increased significantly. South Kuta, one of the tourist attractions in Bali, is a potential place to implement rooftop PLTS in commercial buildings such as villas. The location of this research is in South Kuta, Badung. To be precise, at The Royal Santrian Villa, this is because of its strategic location and this area has sufficient average annual irradiation to operate a PLTS system. In this villa there is no integrated PLTS system. Therefore, the author is interested in planning the installation of an Off-Grid Solar Power Plant with a capacity of 150 Wp. In the economic aspect, this research will also analyze the economics of PLTS planning at Villa The Royal Santrian using 3 methods, namely Net Present Value, Internal Rate Of Return and Discounted Payback Period. So it can be a guideline in implementing the Rooftop PLTS planning at The Royal Santrian Villa. In the technical aspect, the research results show that the equipment needed to support the 6.9 kWh Off-Grid PLTS electrical system is in the form of 12 solar panels with a maximum power of 150 Wp connected in 2 series and 6 parallels with a calculated PV array output voltage of 36.2 V and a current of 39.78 A. The inverter with a capacity of 3500 Watt 48 V, the MPPT used has a capacity of 60 A 48 V and 6 units of batteries with a capacity of 100 Ah 48V are connected in parallel. The total land area required is 12.56 m². In generating energy through PVsyst software, researchers obtained an average annual amount of energy of 2518.5 kWh. Solar irradiation with an average of 5.72 kWh/m²/Day. Temperature has an average of 27.3 °C. The investment feasibility value shows a Net Present Value (NPV) of IDR 4,509,984.69 > 1. Internal Rate of Return (IRR) of 6.74%. The Discounted Payback Period (DPP) uses a cutoff period of 15 years with a payback period of 13 years and 1 month.

Keywords: *PLTS, off-grid rooftop PLTS planning, PVsyst*

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 “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Rooftop* Sistem *Off-Grid* di Villa The Royal Santrian, Kuta Selatan, Badung” 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.

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

SKRIPSI	1
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori Yang Mendukung Pengerjaan Proyek	7
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.2.2 Prinsip Kerja Teknologi <i>Solar Cell</i> (PV Cell)	7
2.2.3 Jenis – Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.2.4 Jenis – jenis Panel Surya	9
2.2.5 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid	10
2.2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya	14
2.2.7 Audit Energi	15
2.2.8 Konsumsi Energi	17
2.2.9 Intensitas Konsumsi Energi	17
2.2.10 Survei Dan Pemetaan	18
2.2.11 Aspek Teknik	19

2.2.12 Aspek Ekonomi.....	21
2.3 Analisa Kelayakan Investasi.....	22
2.3.1 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	22
2.3.2 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	22
2.3.3 <i>Discounted Payback Period</i> (DPP).....	22
2.4 Software Pendukung.....	23
2.4.1 PVSyst.....	23
BAB III	24
3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Langkah Penelitian.....	25
3.3 Alur Penelitian.....	26
3.4 Lokasi Penelitian.....	27
3.5 Data yang Dikumpulkan.....	27
3.5.1 Sumber Data.....	27
3.5.2 Jenis Data.....	28
3.6 Metode Pengambilan Data.....	29
3.6.1 Sistem Pemasangan.....	29
3.6.2 Rancangan Teknis.....	29
3.6.3 Penggunaan <i>Software</i> PVSyst.....	30
3.6.4 Rancangan Ekonomi.....	30
BAB IV	32
4.1 Data Lokasi.....	32
4.2 Bidang Atap Tempat Pemasangan Panel Surya.....	32
4.3 Data Iradiasi Matahari dan Data Temperatur.....	33
4.4 Data Konsumsi Daya Listrik.....	34
4.5 Perhitungan Kapasitas Sistem PLTS.....	35
4.5.1 Menghitung Daya Yang Akan Dibangkitkan Modul Surya.....	35
4.5.2 Menghitung <i>Area Array (PV Area)</i> dan Temperature.....	36
4.5.3 Nilai Arus dan Tegangan Per-String.....	37

4.5.4 Menghitung Jumlah Modul Surya	37
4.6 Pemilihan Panel Surya	38
4.7 Pemilihan Inverter.....	38
4.8 Perhitungan Kapasitas MPPT.....	40
4.9 Penghitungan Kapasitas Baterai	41
4.10 Hasil Rancangan	42
4.10.1 Gambar Tata Letak Pemasangan PLTS <i>Rooftop</i>	42
4.10.2 Gambar <i>Wiring</i> diagram PLTS <i>rooftop</i> sistem <i>off-grid</i>	42
4.10.3 Simulasi Perencanaan PLTS Menggunakan PVsyst	43
4.11 Rancangan Ekonomi	45
4.11.1 RAB Perencanaan PLTS <i>Rooftop</i>	45
4.11.2 Analisis Kelayakan Investasi pada PLTS <i>Rooftop</i>	46
BAB V KESIMPULAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
DAFTAR LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Monocrystalline[11]	9
Gambar 2. 2 Polycrystalline[11].....	10
Gambar 2. 3 Panel Surya[11]	10
Gambar 2. 4 SCC MPPT[13].....	11
Gambar 2. 5 Inverter[15]	12
Gambar 2. 6 Baterai[17].....	13
Gambar 2. 7 Aki Basah[18]	13
Gambar 2. 8 Aki Kering[18].....	14
Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian	26
Gambar 3. 2 Villa The Royal Santrian.....	27
Gambar 4. 1 Villa The Royal Santrian dari Atas	32
Gambar 4. 2 PLTS Atap Menggunakan Sunny Desain.....	33
Gambar 4. 3 Data Iradiasi Matahari daerah Nusa Dua, kWh/m ² /day.....	33
Gambar 4. 4 Data Temperatur daerah Nusa Dua (C)	34
Gambar 4. 5 Panel Surya Royal PV Monocrystalline	38
Gambar 4. 6 Pure Sine Inverter Charger MS Series[15]	39
Gambar 4. 7 MPPT Epever XTRA 3415AN 60 A 48 V[13]	40
Gambar 4. 8 Baterai Shoto SDA10-48100[17]	41
Gambar 4. 9 Tata Letak Pemasangan PLTS	42
Gambar 4. 10 Wiring diagram PLTS Off-Grid.....	43
Gambar 4. 11 Produksi Energi Pertahun Menggunakan Software PVsyst.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Intesnsitas Konsumsi Energi Bangunan Ber-AC.....	18
Tabel 2. 2 Intesnsitas Konsumsi Energi Bangunan Tidak Ber-AC.....	18
Tabel 4. 1 Konsumsi Listrik Harian.....	35
Tabel 4. 2 Spesifikasi Panel Surya.....	38
Tabel 4. 3 Spesifikasi Inverter	39
Tabel 4. 4 Spesifikasi MPPT Epever XTRA 3415AN 60 A 48 V	40
Tabel 4. 5 Spesifikasi baterai Shoto SDA10-48100	41
Tabel 4. 6 RAB Perencanaan PLTS rooftop The Royal Santrian	45
Tabel 4. 7 Data net present value perencanaan PLTS di Villa The Royal Santrian...	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan kemajuan teknologi saat ini terus mengalami kemajuan, salah satunya pada pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS. 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.[1]

Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah yang besar. Diantara sumber-sumber energi tersebut, energi surya termasuk salah satu sumber energi yang tidak terbatas dan paling banyak digunakan sebagai sumber energi untuk membangkitkan listrik. Indonesia merupakan tergolong negara yang kaya dengan sumber energi matahari. Di samping itu, karena letaknya di khatulistiwa, intensitas matahari pada Indonesia perhari berkisar 1200 W/m^2 .

Kabupaten Badung adalah kabupaten dengan penghasilan tertinggi daerah di Bali dan paling banyak di kunjungi wisatawan. Kabupaten Badung memiliki luas sebesar $420,09 \text{ km}^2$. Salah satu daerah tujuan wisata di Kabupaten Badung adalah Kuta Selatan. Kuta Selatan merupakan salah satu wilayah di Bali yang menjadi target wisatawan jika melakukan liburan ke Bali. Kuta Selatan adalah tempat yang sangat strategis untuk berlibur, dikarenakan daerah ini dekat dengan Bandara Internasional Ngurah Rai dan tempat wisata seperti Pura Uluwatu, serta beberapa pantai indah disekitarnya [2]. Salah satu penginapan wilayah Kuta Selatan adalah Villa The Royal Santrian. Lokasi ini dipilih karena daerah Kuta Selatan, Badung memiliki iradiasi rata-rata global sebesar $5,88 \text{ kWh/m}^2$ dalam setiap tahunnya dan tidak ada bangunan dan pepohonan besar disekitarnya. Tentunya ini akan memberikan dampak positif bagi perencanaan pemasangan PLTS.

Pada Villa The Royal Santrian belum ada sistem PLTS yang terintegrasi. Untuk itu, penulis tertarik untuk melakukan perencanaan pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *Off-Grid* berkapasitas 150 Wp . Pada Villa The Royal Santrian yang terdiri dari 22 kamar villa dilengkapi dengan restaurant, jacuzzi serta lahan yang luas untuk berbagai *event*. Kebutuhan energi listrik villa ini sebelum menggunakan

PLTS adalah listrik yang bersumber dari PLN dengan biaya rata-rata perbulan untuk 1 villa sekitar Rp. 300.656,51.

Kondisi pada saat ini, semua perangkat elektronik di Villa The Royal Santrian masih disuplai oleh listrik PLN. Ketergantungan pada listrik dari PLN menyebabkan kenaikan biaya tagihan listrik, terutama jika terdapat fluktuasi harga energi listrik dari PLN atau terdapat kenaikan pajak listrik. Ketergantungan pada listrik PLN juga memberikan dampak negatif pada lingkungan, karena penggunaan energi fosil yang semakin menipis dan tidak ramah lingkungan.

Oleh karenanya, tujuan utama penelitian ini adalah mendesain dan membuat perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem *off-grid*. Untuk melengkapi isi dari laporan 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 Nusa Dua. Selain itu, analisis teknis yang mendalam akan membantu dalam mengidentifikasi keuntungan 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.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, Adapun rumusan masalah dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan PLTS atap dan berapa-kah kapasitas pembangkitan energi dari hasil rancangan PLTS *off-grid* menggunakan *software* PVsyst di Villa The Royal Santrian?
2. Bagaimana rancangan teknis sistem PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* untuk men-*supply* beban pada villa The Royal Santrian?
3. Bagaimana-kah kelayakan investasi PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* untuk men-*supply* beban di Villa The Royal Santrian?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terarah, maka pembahasan memiliki batasan sebagai berikut:

1. Analisis dilakukan hanya pada 1 villa dengan menghitung konsumsi daya pada 1 villa saja.
2. Software yang digunakan hanya PVsyst.
3. Dalam penggunaan software PVsyst, penulis membahas mengenai pembangkitan energi PLTS, data iradiasi matahari, data temperature,
4. Harga – harga komponen dari PLTS merupakan harga yang tertera pada e-commerce yang dapat diakses secara online.
5. Penelitian ini tidak mempertimbangkan kekuatan struktural bangunan atap dan berat dari komponen PLTS.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui rancangan PLTS atap dan besar kapasitas pembangkitan energi dari hasil rancangan PLTS *off-grid* menggunakan *software* PVsyst di Villa The Royal Santrian.
2. Untuk mengetahui rancangan sistem PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* yang *men-supply* beban pada villa The Royal Santrian.
3. Untuk mengetahui kelayakan investasi pada PLTS *rooftop* dengan sistem *off-grid* di Villa The Royal Santrian?

1.5 Manfaat Penelitian

Skripsi ini memiliki 5 pokok bab bahasan yang digunakan sebagai acuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Pokok bab bahasan tersebut meliputi :

BAB I PENDAHULUAN

Unsur-unsur pokok yang termuat dalam bab pertama ini adalah tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian dan sitemetika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan uraian/deskripsi/gambaran umum atas subjek penelitian yang akan diteliti. Dilakukan dengan merujuk kepada data ataupun fakta yang bersifat umum sebagai wacana umum variabelvariabel yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode analisis yang digunakan dalam penelitian dan data-data yang digunakan beserta sumber data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang semua temuan-temuan yang dihasilkan dalam penelitian dan analisis statistik.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang akan menguraikan simpulan yang langsung diturunkan pada analisis yang dilakukan dalam bagian sebelumnya, juga sudah dapat digunakan dalam menjawab pertanyaan yang ada pada rumusan masalah.

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. 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 4,81 kWh/m²/Day dengan rata – rata 5,72 kWh/m²/Day. Temperature tertinggi pada bulan Maret dan Desember sebesar 28°C sedangkan temperature terendah pada bulan Agustus sebesar 26,2°C dengan rata – rata sebesar 27,3 °C per tahun. Pada PLTS *Off-grid* di Villa The Royal Santrian memiliki potensi optimum untuk men-*supply* energi ke beban sebesar 2518,5 kWh per tahun dimana energi terkecil terdapat pada bulan Februari yaitu sebesar 193,2 kWh, sedangkan energi terbesar terdapat pada bulan Januari, Maret, Mei, Juli, Agustus, Oktober dan Desember dengan besar energi 213,9 kWh.
2. Pada rancangan teknis, peneliti mendapatkan hasil rancangan berupa pengukuran konsumsi energi listrik yang terukur dari beban villa yaitu sebesar 6,9 kWh. Modul solar dengan kapasitas 150 Wp merk Royal PV dengan system *off-grid* sebanyak 12 buah, dihubungkan secara 2 seri dan 6 paralel dengan tegangan output PV array yang dihitung sebesar 36,2 V dan arus sebesar 39,78 A. Inverter dengan kapasitas 3500 Watt 48 V dan baterai dengan kapasitas 100 Ah 48V sebanyak 6 unit dihubungkan paralel. Total luas lahan yang dibutuhkan yaitu 12,56 m².
3. Pada analisis ekonomi, peneliti mendapatkan hasil RAB sebesar Rp 43.127.660. Dengan menggunakan 3 metode untuk menentukan analisis kelayakan ekonomi, yaitu Net Present Value (NPV) sebesar Rp4.509.984,69 > 1. Internal Rate Of Return (IRR) sebesar 6,74%. Discounted Payback Period (DPP) menggunakan periode cutoff 15 tahun dengan periode waktu balik 13 tahun 1 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. Perbandingan dengan alternatif lain dengan melakukan perbandingan kelayakan antara penerapan PLTS *rooftop off-grid* dengan alternatif lain, seperti sistem *on-grid* atau sumber energi lain. Hal tersebut akan membantu dalam memutuskan solusi energi yang paling optimal bagi Villa The Royal Santrian,
2. Dalam perbandingan PLTS *Off-Grid* dengan PLN ini masih banyak kekurangannya, maka dari itu diharapkan kedepannya perencanaan ini bisa dikembangkan dan dilakukan pengkajian lebih dalam kedepannya.
3. Waktu pengerjaan skripsi ini supaya bisa lebih banyak dan teratur agar mendapat menganalisa data lebih dalam terkait perencanaan PLTS *Off-Grid*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Nainggolan, N. W. Febriana Utami dan I. G. Alit Gunadi, “Studi Potensi Wisata Pantai Pemuda Jimbaran,,” *Arsitektur Lansekap*, p. 2, 2020.
- [2] Naim, Muhammad. "Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti." *Vertex Elektro* 12.1 (2020)
- [3] Amalia, Dita, Hamid Abdillah, and Tri Winahyu Hariyadi. "Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50wp Yang Dirangkai Seri Dan Paralel Pada Instalasi PLTS *Off-Grid*." *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan* 8.1 (2022)
- [4] Al Hakim, Rosyid Ridlo, et al. "Implementasi PLTS Di Desa Pulisan, Sulawesi Utara, Indonesia Sebagai Perwujudan Program Desa Energi." *Prosiding Penelitian Pendidikan dan Pengabdian 2021* 1.1 (2021)
- [5] R. Maulana dan I. Abdi Bangsa, “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Gedung UPHB PT Pembangkit Jawa Bali Unit Muara Karang,” *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, vol. V, no. 1, 2023.
- [6] M. K. Usman, “Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik yang Dihasilkan Panel Surya Jurnal POLEKTRO, vol. IX, no. 2, 2020.
- [7] Carolia, Ika Ratna. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Komunal Sistem Off-Grid di Pegadugan, Lombok Utara*. Diss. Universitas Mataram, 2017.
- [8] G. Widayana, “Pemanfaatan Eneri Surya,” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.*, vol. 9, hlm. 37–46, 2012.
- [9] Kumara, Satya. "Peta Jalan Pengembangan PLTS Atap Menuju Bali Mandiri Energi." (2020).
- [10] Naim, Muhammad. "Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti." *Vertex Elektro* 12.1 (2020).
- [11] Lukmato, Yogik Indra, et al. "Analisis Losses Daya Sel Surya Dalam Fabrikasi Modul Surya Monocrystalline 330Wp Pt Santinilestari Energi Indonesia." *Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi Dan Otomotif* 1.1 (2022).
- [12] Khwee, Kho Hie. "Pengaruh temperatur terhadap kapasitas daya panel surya (Studi Kasus: Pontianak)." *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro* 5.2 (2013).

- [13] Preda, Stefan, et al. "PV forecasting using support vector machine learning in a big data analytics context." *Symmetry* 10.12 (2018)
- [14] 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.
- [15] Ghalib, Mohamed A., Yasser S. Abdalla, and Rajabi Mashhadi Mostafa. "Design and implementation of a pure sine wave single phase inverter for photovoltaic applications." *American Society for Engineering Education, ASEE* (2014)
- [16] Fiqiyah, Siti Ainun. "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 5, 9 kW Berbasis Pvsyst 7.2. 6 di Perumahan Candi Golf Tembalang." (2022).
- [17] Masfuha, Sunan Muqtasida, Jaka Windarta, and Susatyo Handoko. "Analisis Ekonomi dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *Off-Grid* pada UMKM *Coffee Shop* di Kota Semarang." *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 10.4 (2021).
- [18] Setiono, Iman. "Akumulator, pemakaian dan perawatannya." *METANA* 11.01 (2015).
- [19] A. Wahyudi Biantoro dan D. S. Permana, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung AB, Kabupaten Tangerang, Banten" *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*;, vol. VI, no. 2, 2017.
- [20] J. Untoro, H. Gusmedi dan N. Purwasih, "Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila," *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. VIII, no. 2, 2014.
- [21] P. Kartini, "Analisis Statistik Konsumsi Energi Listrik Pada Bangunan," *Jurnal ELKHA*, vol. IX, no. 2, 2017.
- [22] B. Dwinata, G. G. Tabah dan B. Triasdian, "Pemetaan Potensi Energi Listrik Tenaga Surya Berdasarkan Luas Area Permukiman," 2020.
- [23] R. K. Sary dan M. A. Jaya, "Kajian Kerusakan Beton pada Atap Dak Rumah Tinggal," *Jurnal Arsi*, 2021.
- [24] Telkom University, "MCB (Miniature Circuit Breaker) Pada Rumah," Unit laboratorium fakultas ilmu terapan, 2020.
- [25] Cakrawala96, "Perbedaan PLTS On-Grid, Off-Grid, dan Hybrid," *Gesaintech*, 10 Mei 2021.

- [26] M. D. C. Ramadhan, P. A. R. Sidiq, A. N. Ulfa, R. Z. Ahmad dan J. T. Putra, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Kolam Budidaya di Daerah Sentono Menggunakan *Software* PVSyst,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. VI, no. 2, pp. 18-30, 2021.
- [27] P. Harahap, M. Adam dan Balisranislam, “Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik,” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. II, no. 2, pp. 198-205, 2021.
- [28] F. M. Rachadian, A. Agassi, and W. Sutopo, “Analisi Kelayakan Investasi Penambahan Mesin Frais Baru pada CV. XYZ,” *J@TI Undip*, vol. VIII, no. 1, pp. 15–20, 2013.
- [29] S. A. Fiqiyah, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 5,9 kW Berbasis Pvsyst 7.2.6 di Perumahan Candi Golf Tembalang,” 2022.