

SKRIPSI

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP
DI PERTOKOAN SAHADEWA MUNGGU**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Pande Putu Sanji Adhi Legawa

NIM. 2215374007

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

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP PADA PERTOKOAN SAHADEWA MUNGGU

Oleh :

I Pande Putu Sanji Adhi Legawa

NIM 2215374007

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

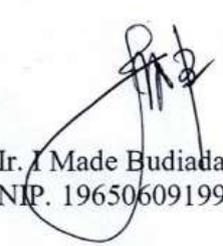
di

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

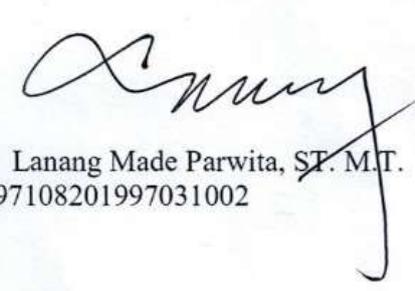
Bukit Jimbaran, 17 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:


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

Dosen Pembimbing 2:


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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DI PERTOKOAN SAHADEWA MUNGGU

Oleh :

I Pande Putu Sanji Adhi Legawa

NIM 2215374007

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

2. Gede Sastra Wibawa, ST., MT.
NIP. 196512311991031017

Dosen Pembimbing :

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

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

Disahkan Oleh:



Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
ATAP DI PERTOKOAN SAHADEWA MUNGGU

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, 17 Agustus 2023

Yang menyatakan



I Pande Putu Sanji Adhi Legawa

NIM. 2215374007

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DI PERTOKOAN SAHADewa MUNGgu

ABSTRAK

Penelitian ini akan membahas kelayakan investasi PLTS di Pertokoan Sahadewa Munggu. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, berupa penghitungan parameter yang berkaitan dengan kelayakan dari investasi PLTS atap berdasar persamaan dari studi-studi literatur yang mendukung. Desain teknis PLTS atap sistem *on-grid* di Pertokoan Sahadewa Munggu menggunakan simulasi Pvsyst menunjukkan hasil di toko 1 total energi tahunan yaitu 375,74 kWh, toko 2 dan 3 sebesar 264,43, toko 4 dan 5 sebesar 596,31 kWh. Dan pada simulasi Helioscope menunjukkan hasil pada toko 1 total energi tahunan yaitu 404 kWh, toko 2 dan 3 sebesar 269,4, toko 4 dan 5 sebesar 608,7 kWh. Sedangkan sistem *off-grid* di pertokoan Sahadewa Munggu menggunakan simulasi Pvsyst menunjukkan hasil total energi tahunan yaitu 10.668,6 kWh. Sedangkan simulasi aplikasi Helioscope menunjukkan hasil energi tahunan yaitu 11.344 kWh. Hasil perhitungan menunjukkan PLTS atap *off-grid*: NPV 2.183.537 > 1, IRR 5,86% suku bunga kredit 5,75%, DPP 13 tahun dari usia proyek 25 tahun layak dijalankan. PLTS *on-grid*: NPV 10.714.185 > 1, IRR 8,55% suku bunga kredit 5,75%, DPP 10 tahun usia proyek 25 tahun juga layak dijalankan. PLTS *on-grid* cenderung mempunyai NPV dan IRR lebih tinggi. Ini karena terhubung ke jaringan listrik utama, memungkinkan penjualan kembali energi dan pengembalian investasi lebih cepat. PLTS *off-grid* lebih mandiri, tapi memerlukan biaya penyimpanan baterai tinggi dan kebutuhan listrik dapat tidak dipenuhi saat cuaca buruk. Pilihan tergantung pada tujuan dan lokasi investasi. Analisis investasi PLTS atap *on-grid* dan *off-grid* di Pertokoan Sahadewa Munggu menyimpulkan: PLTS *on-grid*: NPV Rp. 10.714.185, IRR 8,55% dari suku bunga 5,75%, DPP 10 tahun. Layak karena NPV, IRR, DPP positif. PLTS *off-grid*: NPV Rp. 2.183.537, IRR 5,86% dari suku bunga 5,75%, DPP 13 tahun. Juga layak dengan hasil positif. PLTS *on-grid* lebih menguntungkan finansial dan DPP lebih singkat. PLTS *off-grid* kemandirian energi dengan biaya baterai. Pilih sesuai lokasi dan tujuan.

Kata Kunci: Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Kelayakan investasi, NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate of Return*), *Discounted Payback Periode* (DPP)

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DI PERTOKOAN SAHADEWA MUNGGU

ABSTRACT

This research will discuss the feasibility of investing in solar power plant in the Sahadewa Munggu Shop. The data collection technique used in this study uses a quantitative descriptive method, in the form of calculating parameters related to the feasibility of a rooftop solar power plant investment based on equations from supporting literature studies. The technical design of the on-grid solar rooftop solar system at the Sahadewa Munggu Shop using Pvsyst simulations shows the results in shop 1 the total annual energy is 375.74 kWh, shops 2 and 3 are 264.43, shops 4 and 5 are 596.31 kWh. And the Helioscope simulation shows the results for shop 1, the total annual energy is 404 kWh, shops 2 and 3 are 269.4, shops 4 and 5 are 608.7 kWh. While the off-grid system at Sahadewa Munggu shops using Pvsyst simulations shows the total annual energy yield is 10,668.6 kWh. While the Helioscope application simulation shows an annual energy yield of 11,344 kWh. The calculation results show that the off-grid solar power plant roof: NPV 2,183,537 > 1, IRR 5.86%, loan interest rate 5.75%, DPP 13 years from a project age of 25 years is feasible. solar power plant on-grid: NPV 10,714,185 > 1, IRR 8.55% credit interest rate 5.75%, DPP 10 years, project age 25 years is also feasible. solar power plant on-grid tends to have a higher NPV and IRR. This is because it is connected to the main electricity grid, enabling quicker resale of energy and return on investment. Off-grid PV mini-grid is more self-sufficient, but requires high battery storage costs and electricity demand may not be met during bad weather. The choice depends on the purpose and location of the investment. Investment analysis of on-grid and off-grid rooftop solar power plant at Sahadewa Munggu Shop concludes: On-grid solar power plant: NPV Rp. 10,714,185, IRR 8.55% from an interest rate of 5.75%, DPP 10 years. Feasible because NPV, IRR, DPP are positive. solar power plant off-grid: NPV Rp. 2,183,537, IRR 5.86% of interest rate 5.75%, DPP 13 years. Also worth the positive results. PLTS on-grid is more financially profitable and the DPP is shorter. solar power plant off-grid energy independence with battery costs. Choose according to location and destination.

Keywords: Solar Power Plant (PLTS), Investment feasibility, NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), Discounted Payback Period (DPP)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap di pertokoan Sahadewa Munggu”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menempuh studi akhir Program Peminatan Energi Baru Terbarukan Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Penulisan Skripsi ini dapat terlaksana dengan baik, tak terlepas dari bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak, sehingga beberapa kendala yang penulis 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 Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi untuk Program Peminatan Energi Baru Terbarukan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Ir. Made Budiada M.Pd selaku Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada saya dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak I Gusti Lanang Made Parwita, ST. M.T selaku Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
6. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama penyusunan Skripsi yang sangat amat singkat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh pegawai akademik dan PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penyusunan skripsi hingga dapat menunjang dalam penyelesaian laporan akhir skripsi ini.
8. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan laporan akhir Skripsi ini yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis
9. Ni Luh Putu Devi Oktariyanti, S.Tr.AB istri penulis yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat serta doa

demi kelancaran dan telah memberikan dukungan tiada henti selama perjalanan panjang menuju penyelesaian skripsi ini.

10. Pande Putu Daniella Ayunda Putri Legawa anak tercinta penulis, yang selalu menjadi penyemangat dan memotivasi selama penyusunan skripsi
11. Orang tua yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa yang tak pernah pudar selama penyusunan Skripsi.

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah memberikan saran, ide dan dukungannya sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bukit Jimbaran, 17 Agustus 2023

Penulis

I Pande Putu Sanji Adhi Legawa

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Energi Surya	8
2.2.2 Potensi Energi Surya di Indonesia.....	8
2.2.3 Prospek PLTS di Bali Tahun 2050.....	9
2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	10
2.2.5 Komponen Utama PLTS	12
2.2.6 Keputusan Investasi.....	26
2.2.7 Helioscope	29
2.2.8 Pvsyst.....	30
2.2.9 Survey dan Pemetaan	31

2.2.10 Aspek Teknis	31
2.2.11 Peraturan terkait PLTS	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.2 Desain Penelitian	34
3.3 Metode Pengumpulan Data	36
3.4 Metode Analisis Data	36
3.4.1 <i>Net Present Value</i>	36
3.4.2 <i>Internal Rate of Return</i>	37
3.4.3 <i>Discounted Payback Periode</i>	37
BAB IV PEMBAHASAN.....	38
4.1 Pengolahan Teknis	38
4.1.1 Perencanaan Sistem <i>Off Grid</i>	39
4.1.2 Perencanaan Sistem <i>On Grid</i>	51
4.2 Nilai Kelayakan Investasi PLTS Atap Sistem <i>Off grid</i> di Pertokoan Sahadewa Munggu	66
4.3 Nilai Kelayakan Investasi PLTS Atap Sistem <i>On grid</i> di pertokoan Sahadewa Munggu	69
4.4 Perbandingan hasil Kelayakan Investasi PLTS sistem <i>Off grid</i> dengan <i>On Grid</i>	72
BAB V PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prospek PLTS di Bali.....	9
Gambar 2.2 Skema PLTS Off grid PV System with Storage	11
Gambar 2.3 Sistem PLTS On Grid-Connected	11
Gambar 2.4 Hubungan Sel Surya, PV Modul dan Array.....	13
Gambar 2.5 Monocrystalline Silicon Module.....	14
Gambar 2.6 Polycrystalline Silicon Module	14
Gambar 2.7 Thin Film Photovoltaic	15
Gambar 2.8 Sudut Kemiringan Panel Surya yang berbeda	16
Gambar 2.9 Kurva I-V Daya Terhadap Perubahan Temperatur	17
Gambar 2.10 Skema Prinsip Inverter Satu Fasa	19
Gambar 2.11 Inverter.....	20
Gambar 2.12 Prinsip Teknologi PWM	20
Gambar 2.13 Efisiensi Puncak Inverter	21
Gambar 2.14 MPPT (Maximum Power Point Tracking Charge Controller).....	21
Gambar 2.15 Battery Lifepo-4	22
Gambar 2.16 Combiner Box	23
Gambar 2.17 MCB (Miniature Circuit Breaker) AC dan DC.....	25
Gambar 2.18 SPD (Surge Protection Device)	25
Gambar 2.19 Tampilan Helioscope	29
Gambar 2.20 Tampilan Pvsyst.....	30
Gambar 3.1 Lokasi Pertokoan Sahadewa Munggu.....	34
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian	35
Gambar 4.1 Modul Surya JAM72S30.....	40
Gambar 4.2 Spesifikasi Inverter Kenika 48 Volt 6kW.....	40
Gambar 4.3 Hasil produksi energi dengan menggunakan software Helioscope	46
Gambar 4.4 Grafik hasil produksi energi bulanan dengan software Helioscope.....	47
Gambar 4.5 Hasil produksi energi tahunan dengan software Pvsyst.....	47
Gambar 4.6 Grafik hasil produksi energi bulanan dengan software PVsyst	48

Gambar 4.7 Perbandingan hasil produksi energi antara software Heliioscope dengan PVsyst.....	49
Gambar 4.8 Rancangan Wiring Diagram Perencanaan PLTS tap sistem offgrid di pertokoan Sahadewa Munggu.....	49
Gambar 4.9 Rancangan Layout Modul Surya PLTS tap di pertokoan sahadewa munggu tampak depan.	50
Gambar 4.10 Rancangan Layout Modul Surya PLTS atap di pertokoan sahadewa munggu tampak depan.....	50
Gambar 4.11 Rancangan Layout Modul Surya PLTS tap di pertokoan sahadewa munggu tampak tas.	51
Gambar 4.12 Modul Surya SOL-M12100W	51
Gambar 4.13 Hasil produksi energi tahunan dengan software Pvsyst pada toko 1	57
Gambar 4.14 Hasil produksi energi tahunan dengan software Pvsyst pada toko 2 dan 3	58
Gambar 4.15 Hasil produksi energi tahunan dengan software Pvsyst pada toko 4 dan 5	59
Gambar 4.16 Produksi PLTS perbulan dengan Heliscope pada toko 1	60
Gambar 4.17 Produksi PLTS dengan Helioscope perbulan pada toko 2 dan 3	61
Gambar 4.18 Produksi PLTS perbulan pada toko 4 dan 5	62
Gambar 4.19 Perbandingan Output energi antara aplikasi PVsyst dengan Helioscope..	63
Gambar 4.20 Blok diagram perencanaan PLTS atap pada toko 1	63
Gambar 4.21 Wiring diagram perencanaan PLTS atap pada toko 1	64
Gambar 4.22 Blok diagram perencanaan PLTS atap pada toko 2 dan 3	64
Gambar 4.23 Wiring diagram perencanaan PLTS atap pada toko 2 dan 3.....	64
Gambar 4.24 Blok diagram perencanaan PLTS atap pada toko 4 dan 5.....	65
Gambar 4.25 Wiring diagram perencanaan PLTS atap pada toko 4 dan 5.....	65
Gambar 4.26 Perencanaan Layout PLTS atap sistem On-grid di pertokoan Sahadewa Munggu.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Iradiasi matahari di pertokoan Sahadewa Munggu	38
Tabel 4.2 Temperatur di pertokoan Sahadewa Munggu.....	38
Tabel 4.3 Konsumsi Harian pada ke 5 toko.....	39
Tabel 4.4 Spesifikasi modul surya JAM72S30.....	40
Tabel 4.5 Spesifikasi Slocable PV1-F Series.....	45
Tabel 4.6 Kuat Hantar arus	45
Tabel 4.7 Hasil produksi energi dengan menggunakan software Helioscope	46
Tabel 4.8 Hasil produksi energi dengan menggunakan PVsyst.....	48
Tabel 4.9 Spesifikasi modul surya SOL-M12100W	52
Tabel 4.10 Spesifikasi modul surya SOL-M12100W	52
Tabel 4.11 Nilai arus dan tegangan perstring	53
Tabel 4.12 Nilai arus perstring.....	53
Tabel 4.13 Spesifikasi Slocable PV1-F Series	54
Tabel 4.14 Total arus yang mengalir pada setiap String	54
Tabel 4.15 Kuat Hantar arus.....	54
Tabel 4.16 Konsumsi energi dan daya yang terpasang di pertokoan Sahadewa Munggu	55
Tabel 4.17 PLTS yang dibangkitkan.....	56
Tabel 4.18 Solar PV yang digunakan.....	56
Tabel 4.19 Inverter yang digunakan	56
Tabel 4.20 Hasil produksi energi bulanan dengan software Helioscope pada toko 1.....	60
Tabel 4.21 Hasil produksi energi bulanan dengan software Helioscope pada toko 2 dan 3	61
Tabel 4.22 Hasil produksi energi bulanan dengan software Helioscope pada toko 4 dan 5	62
Tabel 4.23 Rancangan Anggaran Biaya PLTS Sistem Off grid	67
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Net Present Value Pada PLTS Off grid	68
Tabel 4.25 Rancangan Anggaran Biaya PLTS Sistem On grid.....	70
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan <i>Net Present Value</i> Pada PLTS <i>On grid</i>	71
Tabel 4.27 Perbandingan hasil Kelayakan Investasi	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Regulasi PLN terkait pemasangan PLTS On Grid.....	81
Lampiran 2. Kondisi Pertokoan Sahadewa Munggu	82
Lampiran 3. Layout PLTS Atap Sistem On-grid di pertokoan Sahadewa.....	83
Lampiran 4. Layout PLTS Atap Sistem Off-grid di pertokoan Sahadewa.....	83
Lampiran 5. Hasil Produksi Energi Tahunan dengan software Heliscope	84
Lampiran 6. Hasil Produksi Energi Tahunan dengan software Pvsyst.....	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Kebutuhan energi yang terus meningkat dapat dijadikan sebagai indikator kemakmuran manusia, namun bersamaan dengan hal itu akan menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Sebagian besar manusia masih mengandalkan energi fosil untuk memenuhi kebutuhan energi. Sehingga semakin lama energi fosil yang ada akan semakin menipis. Jumlah konsumsi energi meningkat rata-rata 1,3 % per tahun. Konsumsi jumlah energi terus meningkat sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi penduduk. Pertumbuhan rata-rata kebutuhan energi diperkirakan akan meningkat dari 3,6 % pada tahun 2015 menjadi 6,4 % pada tahun 2050 [1].

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber alami yang diisi ulang pada tingkat yang lebih tinggi daripada yang dikonsumsi [2]. Sinar matahari dan air misalnya, adalah sumber yang terus-menerus diisi ulang. Sumber energi terbarukan sangat banyak dan ada di sekitar kita. Salah satu energi yang dapat dimanfaatkan langsung dari matahari, bahkan dalam cuaca mendung. Energi matahari digunakan di seluruh dunia dan semakin populer untuk menghasilkan listrik. Selain jumlah energi yang tidak terbatas, pemanfaatannya juga tidak menimbulkan polusi. Cahaya atau sinar matahari dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan teknologi sel surya atau fotovoltaik.

Indonesia terletak di garis khatulistiwa sehingga memiliki intensitas sinar matahari yang baik sepanjang tahun. Kondisi iradiasi ini berpotensi untuk dimanfaatkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pemanfaatan tenaga surya untuk pembangkit listrik di kawasan pemukiman dikenal dengan nama *Solar Home System* (SHS)[3]. SHS merupakan pembangkit listrik tenaga surya mandiri untuk memasok energi listrik guna menghemat penggunaan energi listrik dari energi fosil. Penerapan SHS diterapkan secara *on grid* dengan perusahaan listrik Indonesia yang dikenal dengan nama PT. PLN (Persero). PLTS yang dipasang di atap rumah mulai digalakkan pemerintah Indonesia untuk mengajak masyarakat mendukung program energi bersih. Selain memberikan kesempatan kepada masyarakat untuk memanfaatkan energi terbarukan yang ramah lingkungan, kebijakan pemerintah ini bertujuan untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan dalam bauran energi nasional, mempercepat peningkatan penggunaan

energi surya, mendorong pengembangan bisnis dan energi surya. Industri panel, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Indonesia mengambil langkah nyata untuk mengurangi emisi dengan mendiversifikasi energi fosil dengan energi terbarukan sesuai dengan yang telah ditetapkan sebesar 23% pada tahun 2025 [3].

Sahadewa Munggu adalah kompleks pertokoan yang terletak di Munggu, Bali berdiri pada tahun 2016, memiliki tingkat sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun, menjadikannya kawasan yang sangat potensial untuk penerapan PLTS atap. Namun, meskipun potensi energi surya yang melimpah, penerapan PLTS atap di tingkat rumah tangga masih menghadapi beberapa tantangan, terutama dalam aspek kelayakan investasi.

Tantangan utama adalah biaya investasi awal yang relatif tinggi untuk memasang sistem PLTS atap. Meskipun teknologi PLTS atap memiliki manfaat jangka panjang dalam penghematan biaya listrik, biaya awal yang tinggi dapat menjadi kendala bagi masyarakat untuk mengadopsi teknologi ini. Selain itu, pemilihan sistem yang tepat antara *on grid* dan *off grid* juga menjadi pertimbangan penting dalam implementasi PLTS atap.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kelayakan investasi PLTS atap dengan pendekatan *on grid* dan *off grid* di pertokoan Sahadewa Munggu. Dalam analisis ini, akan dipertimbangkan berbagai aspek, termasuk estimasi biaya investasi awal, penghematan biaya listrik dalam jangka panjang, dan analisis dampak lingkungan dari PLTS atap.

Melalui penelitian ini, diharapkan akan diperoleh data dan informasi yang komprehensif tentang kelayakan investasi PLTS atap di pertokoan Sahadewa Munggu. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi masyarakat, pemilik toko, dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengambil keputusan mengenai penerapan teknologi PLTS atap sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan di tingkat rumah tangga.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

- a) Bagaimana Rancangan Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *on grid* dan *off grid* di pertokoan Sahadewa Munggu?
- b) Bagaimanakah kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *on grid* di pertokoan Sahadewa Munggu?

- c) Bagaimanakah kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *off grid* pada rumah tinggal di pertokoan Sahadewa Munggu?
- d) Bagaimanakah perbandingan kelayakan investasi antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *on grid* dengan *off grid* di pertokoan Sahadewa Munggu?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang dilakukan dengan tujuan untuk membatasi permasalahan agar jelas, karena tidak semua masalah yang diuraikan diatas akan diteliti. Penelitian ini hanya berfokus pada apa yang telah menjadi tujuan penelitian, maka Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Penelitian dilakukan di pertokoan di Jalan Sahadewa, Munggu, Mengwi, Kabupaten Badung, Bali.
- b) Penelitian berupa simulasi pemodelan PLTS menggunakan sistem *on grid* dan *off grid*.
- c) Simulasi dalam penelitian ini menggunakan software *PVsyst* dan *Helioscope*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Mengetahui kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *on grid* di pertokoan Sahadewa Munggu.
- b) Mengetahui kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *off grid* di pertokoan Sahadewa Munggu.
- c) Mengetahui perbandingan kelayakan investasi antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *on grid* dengan *off grid* di pertokoan Sahadewa Munggu.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a) Mengusulkan rekomendasi hasil analisis kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *on grid* dan *off grid* di pertokoan Sahadewa Munggu.
- b) Dapat digunakan sebagai acuan pemilik toko dalam pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di pertokoan Sahadewa Munggu.

- c) Sebagai bahan untuk menambah wawasan dan pengetahuan aspek kelayakan investasi pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap di pertokoan Sahadewa Munggu.
- d) Sebagai bahan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan kelayakan investasi perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap.
- e) Meningkatkan Energi Baru & Terbarukan sebagai upaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil.
- f) Meningkatkan peran penting Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bagi masyarakat.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan skripsi ini dibuat dengan sistematika guna memudahkan pembaca dalam memahami persoalan dan pembahasan dari skripsi ini. Berikut ini sistematika penulisan skripsi.

1. BAB I Pendahuluan

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang permasalahan yang diangkat dan penjelasan masalah secara umum, perumusan masalah, batasan masalah yang dibuat, tujuan dari pembuatan skripsi ini, manfaat dari pembuatan skripsi ini serta sistematika penulisan yang digunakan dalam skripsi ini.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori pendukung yang berhubungan dalam pembuatan skripsi ini. Menguraikan tentang penelitian sebelumnya dan landasan teori yang berisi definisi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), teoritis perumusan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), serta komponen-komponen yang digunakan, dan investasi yang sekiranya akan dirancang.

3. BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini membahas mengenai tentang objek penelitian, variable, metode yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini, metode pengumpulan data dan metode analisa data.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini membahas mengenai hasil penelitian dan pembahasan dari data yang telah diperoleh

5. BAB V Penutup

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari skripsi ini. Kesimpulan akan dijelaskan berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, serta saran yang akan dijelaskan untuk perkembangan skripsi ini.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis perbandingan kelayakan investasi antara PLTS atap sistem *on grid* dan *off grid* di Pertokoan Sahadewa Munggu, dapat diambil beberapa kesimpulan yang penting untuk memandu keputusan investasi yang lebih bijaksana:

1. Desain teknis PLTS atap sistem *on-grid* di Pertokoan Sahadewa Munggu menggunakan simulasi Pvsyst menunjukkan hasil di toko 1 total energi tahunan yaitu 375,74 kWh, toko 2 dan 3 sebesar 264,43, toko 4 dan 5 sebesar 596,31 kWh. Dan pada simulasi Helioscope menunjukkan hasil pada toko 1 total energi tahunan yaitu 404 kWh, toko 2 dan 3 sebesar 269,4, toko 4 dan 5 sebesar 608,7 kWh. Sedangkan sistem *off-grid* di pertokoan Sahadewa Munggu menggunakan simulasi Pvsyst menunjukkan hasil total energi tahunan yaitu 10.668,6 kWh. Sedangkan simulasi aplikasi Helioscope menunjukkan hasil energi tahunan yaitu 11.344 kWh. Perbedaan pemasangan sistem *on grid* dan *off grid* terletak pada peletakkan panel. Panel surya pada sistem *on grid*, terpasang di atap masing-masing toko dengan terkoneksi kWh meter masing-masing toko. Sedangkan panel surya pada sistem *off grid* terpasang terpusat dengan koneksi 1 *energy* meter sehingga dapat mencatat produksi dan pemasakaan sistem PLTS.
2. Dari hasil analisis kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)atap sistem on-grid di Pertokoan Sahadewa Munggu dengan membandingkan *Net Present Value* (NPV), Tingkat Pengembalian Internal (IRR), dan Periode Pengembalian Modal (DPP) menunjukkan bahwa investasi ini memiliki potensi yang menarik. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa proyek PLTS tap sistem *on grid* memiliki NPV yang positif sebesar Rp. 10.714.185 dari rencana biaya sebesar Rp. 29.143.500, nilai IRR yang sesuai menunjukkan IRR 8,55% > dari tingkat suku bunga kredit bank sebesar 5,75%, dan periode pengembalian modal yang relatif singkat yaitu dengan jangka waktu 10 tahun dari umur proyek yaitu 25 tahun, mengindikasikan bahwa investasi ini layak dipertimbangkan dalam upaya penerapan energi terbarukan dan berkelanjutan.
3. Kemudian untuk hasil analisis kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *off grid* di Pertokoan Sahadewa Munggu dengan menggunakan metode perbandingan yang sama, hasil perbandingan menunjukkan bahwa proyek

PLTS atap sistem *off grid* memiliki NPV sebesar Rp. 2.183.537 dari rencana biaya sebesar Rp. 197.840.900, nilai IRR yang sesuai menunjukkan IRR 5,86% > dari tingkat suku bunga kredit bank sebesar 5,75%, dan periode pengembalian modal yang relatif singkat yaitu dengan jangka waktu 13 tahun dari umur proyek yaitu 25 tahun, mengindikasikan bahwa investasi PLTS Atap sistem *off grid* ini layak dipertimbangkan dalam upaya penerapan energi terbarukan dan berkelanjutan.

4. Dari hasil perbandingan kelayakan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap sistem *on grid* dan *off grid* di Pertokoan Sahadewa Munggu dengan membandingkan *Net Present Value* (NPV), Tingkat Pengembalian Internal (IRR), dan Periode Pengembalian Modal (DPP) menunjukkan bahwa :

- *Net Present Value* (NPV): PLTS *on grid* memiliki potensi NPV yang lebih tinggi dibandingkan dengan PLTS *off grid*. Hal ini dipengaruhi oleh adanya komponen baterai yang menyebabkan biaya investasi tinggi. Disamping itu penggunaan baterai pada pertokoan khususnya dalam kasus ini yang jam operasinya hanya sampai pukul 22.00 WITA. Jadi penghematan dengan menggunakan baterai tidak efektif dimanfaatkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwasanya rupiah kWh yang didapat lebih besar pada sistem *on grid* dibanding *off grid*. Penerapan sistem *off grid* dirasa nantinya efektif pada perencanaan dengan pemakaian beban malam yang besar sehingga penggunaan baterai maksimal dapat digunakan., yang berkontribusi pada peningkatan pendapatan dan nilai proyek secara keseluruhan.
- *Internal Rate of Return* (IRR): PLTS *on grid* menawarkan tingkat pengembalian internal yang lebih menarik. Pendapatan yang terus menerus dari penjualan energi ke grid mendukung pencapaian tingkat pengembalian yang lebih tinggi dalam jangka panjang.
- *Payback Period* (DPP): PLTS *on grid* memiliki keunggulan dalam hal DPP. Karena tergantung pada penjualan energi ke grid, waktu yang diperlukan untuk mencapai titik impas atau balik modal cenderung lebih singkat dibandingkan dengan PLTS *off grid*

Secara keseluruhan, keputusan memilih antara PLTS *off grid* dan PLTS *on grid* harus dipertimbangkan dengan cermat, tergantung pada tujuan investasi dan kondisi lokasi.

Pemilihan antara PLTS atap sistem *on grid* dan *off grid* di Pertokoan Sahadewa Munggu memiliki pertimbangan yang kompleks. PLTS *on grid* cenderung lebih menguntungkan secara finansial karena PLTS terhubung ke grid PLN sehingga ada

penghematan secara finansial karena tidak memerlukan biaya untuk pembelian baterai dengan catatan karena terhubung langsung ke PLN maka beresiko saat terjadi pemadaman atau gangguan. Ketika terjadi pemadaman listrik di jaringan utama, sistem PLTS *on grid* juga akan terpengaruh dan tidak dapat memberikan pasokan listrik karena tidak adanya sistem penyimpanan energi (baterai). Sementara itu, PLTS *off grid* dapat menjadi alternatif yang lebih cocok jika ketergantungan pada jaringan listrik utama rendah atau biaya penyimpanan energi dapat dikelola dengan baik. Keputusan akhir harus mempertimbangkan aspek teknis, ekonomis, dan tujuan jangka panjang.

5.2 Saran

Dengan mempertimbangkan hasil analisis ini, beberapa saran yang dapat diambil adalah:

1. Jika tujuan utama adalah untuk mencapai tingkat pengembalian yang lebih tinggi dalam jangka panjang, serta memaksimalkan pendapatan dari penjualan kembali energi, PLTS *on grid* mungkin menjadi pilihan yang lebih menguntungkan.
2. Namun, jika prioritas utama adalah untuk memperoleh pengembalian modal yang lebih cepat, terutama jika mempertimbangkan faktor likuiditas, PLTS *off grid* dapat menjadi pilihan yang lebih sesuai.
3. Keputusan akhir harus didasarkan pada analisis yang menyeluruh, termasuk pertimbangan terhadap faktor-faktor lokal seperti keandalan jaringan listrik, kebijakan pemerintah terkait energi terbarukan, dan potensi perubahan harga energi di masa depan.
4. Memperhitungkan dampak lingkungan dan kontribusi terhadap keberlanjutan juga harus menjadi pertimbangan utama dalam memilih jenis PLTS yang sesuai.

Dengan mempertimbangkan semua spesifikasi di atas, investasi dalam PLTS haruslah selaras dengan tujuan keuangan dan strategi berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, “Analisis ekonomi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di departemen teknik elektro Universitas Diponegoro.”
- [2] H. Falih, A. J. Hamed, and A. H. N. Khalifa, “Techno-economic assessment of a hybrid connected PV solar system,” *Int. J. Air-Conditioning Refrig.*, vol. 30, no. 1, 2022, doi: 10.1007/s44189-022-00003-7.
- [3] A. A. G. A. Pawitra Putra, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, “Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 2, p. 181, Dec. 2020, doi: 10.24843/mite.2020.v19i02.p09.
- [4] D. Rahayuningtyas, H. T. Rahayu, and N. A. Sasongko, *Tree Wind Turbine Model As an Alternative Energy in Urban Areas Dwi*, no. August 2020. 2021.
- [5] B. Winardi, A. Nugroho, and E. Dophina, “Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri,” *J. Tekno*, vol. 16, no. 2, pp. 1–11, 2019, doi: 10.33557/jtekno.v16i1.603.
- [6] M. Irfan, “Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid,” *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind. 9 Fak. Sains dan Teknol. UIN Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 18-19 Mei 2017 ISSN*, vol. 77, no. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industr, pp. 18–19, 2017.
- [7] W. D. Ariani and B. Winardi, “Analisis Kapasitas Dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Komunal Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara,” *Transient*, vol. 3 No.2, no. Juni 2014, p. 158, 2014.
- [8] G. Beaucarne, G. Eder, E. Jadot, Y. Voronko, and W. Mühleisen, “Repair and preventive maintenance of photovoltaic modules with degrading backsheets using flowable silicone sealant,” *Prog. Photovoltaics Res. Appl.*, vol. 30, no. 8, pp. 1045–1053, Aug. 2022, doi: 10.1002/pip.3492.

- [9] M. P. M. Tas and W. G. J. H. M. van Sark, “Experimental repair technique for glass defects of glass-glass photovoltaic modules – A techno-economic analysis,” *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 257, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.solmat.2023.112397.
- [10] Rafli, R., Ilham, J., & Salim, S. (2022). Perencanaan dan Studi Kelayakan PLTS Rooftop Pada Gedung Fakultas Teknik UNG. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 8-15..
- [11] H. Hasan, “Perancangan pembangkit listrik tenaga surya di Pulau Saugi,” 2012.
- [12] P. Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan, A. Ardiansyah, I. Nyoman Setiawan, and I. Wayan Sukerayasa, “Perancangan PLTS atap on grid system pengembangan kota Probolinggo,” 2021.
- [13] I. wayan S. Putra, I. N. S. Kumara, and R. S. Hartati, “Analisis Tekno Ekonomi Implementasi Sistem PLTS Atap Pada Gedung Kantor Walikota Denpasar,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 21, no. 2, p. 185, 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i02.p05.
- [14] A. Makruf *et al.*, “Pengukuran Tegangan, Arus, Daya Pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduin Uno,” *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 8–16, 2020.
- [15] L. Agustin, M. Anwar, U. Pembangunan Nasional, and J. Timur, “Pengaruh keputusan investasi, kebijakan dividen dan likuiditas terhadap nilai perusahaan pada perusahaan sub sektor property dan real estat yang terdaftar di BEI,” vol. 6, no. 2, p. 2022, [Online]. Available: www.idx.co.id
- [16] Y. Tria Christina and E. Ekawati, “Excess cash holdings dan kepemilikan institusional pada perusahaan manufaktur yang terdaftar di BEI.”
- [17] J. Windarta, E. Sinuraya, Wista, A. Abidin, Zaenal, A. Setyawan, Era, and Angghika, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Homer Di Sma Negeri 6 Surakarta Sebagai Sekolah Hemat Energi dan Ramah Lingkungan Jaka,” *Pros. Semin. Nas. MIPA 2019 Univ. Tidar*, vol. 2, no. 1, pp. 21–36, 2019.

- [18] A. E. Husin, "Utama flour mill plant berbasis value engineering dan life," no. July, 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.23986.38089.
- [19] A. Ilmiah Aplikasi Teknologi, H. Suropto, A. Fathoni, P. Pengaraian, J. Tuanku Tambusai, and K. Rokan Hulu, "Jurnal Aptek Analisis Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Ekonomi; Sebuah Review Berdasarkan Studi Literatur di Indonesia," *Aptek*, vol. 13, no. 1, pp. 33–41, 2021, [Online]. Available: <http://journal.upp.ac.id/index.php/aptek>
- [20] M. F. Hiswandi, F. Iswahyudi, and W. M. Soeroto, "Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem On-Grid di Pabrik Minuman Siap Saji," vol. 27, no. 1, p. 27, 2023, doi: 10.46984/sebatik.v27i1.2246.
- [21] Salam, Z., & Rahman, A. A. (2014, October). Efficiency for photovoltaic inverter: A technological review. In 2014 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON) (pp. 175-180). IEEE.
- [22] R. Salman, "ANALISIS PERENCANAAN PENGGUNAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) UNTUK PERUMAHAN (SOLAR HOME SYSTEM)."