

SKRIPSI

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS
PERENCANAAN PLTS UNTUK RUMAH TINGGAL
DI INDONESIA DAN SWISS BERBASIS *WEB-
BASED APPLICATION* SUNNY DESIGN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM. 2215374043

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

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PLTS UNTUK RUMAH TINGGAL DI INDONESIA DAN SWISS BERBASIS *WEB-BASED APPLICATION* SUNNY DESIGN

Oleh:

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM. 2215374043

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, Juli 2023

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing 1:



I. B. Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197602142002121001

Dosen Pembimbing 2:



Ir. I. G. P. Mastawan Eka Putra, ST., MT.
NIP. 197801112002121003

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PLTS UNTUK RUMAH TINGGAL DI INDONESIA DAN SWISS BERBASIS *WEB-BASED APPLICATION* SUNNY DESIGN

Oleh:

Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM. 2215374043

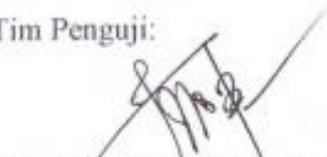
Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 28 Juli 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

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

Bukit Jimbaran, 28 Juli 2023

Disetujui Oleh:

Tim Penguji:


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


2. I. G. N. A. Dwijaya S, ST, MT, Ph.D.
NIP. 196902081997021001

Dosen Pembimbing:

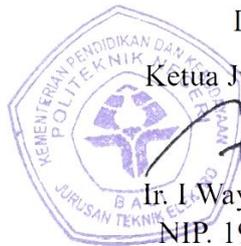

1 Ir. B. Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197602142002121001


2. Ir. I. G. P. Mastawan Eka Putra, ST., MT.
NIP. 197801112002121003

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro


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



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

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

Analisis Teknis dan Ekonomis Perencanaan PLTS Untuk Rumah Tinggal di Indonesia dan Swiss Berbasis *Web-Based Application* Sunny Design,

adalah asli hasil karya saya sendiri.

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

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

Bukit Jimbaran, 24 Juli 2023

Yang menyatakan



Gusti Ayu Karunia Sidhi Utami

NIM. 2215374043

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya memerankan hal penting dalam pergerakan energi ramah lingkungan. Mengingat lebih dari 90% pelanggan kelistrikan di seluruh dunia merupakan pelanggan rumah tangga, maka penulis tertarik untuk membuat komparasi antara Indonesia dan Swiss secara teknis dan ekonomis dalam pemasangan panel surya berbasis *residential*. Dalam hal ini dapat dijelaskan bahwa optimalisasi energi adalah 25% dan 50% untuk mengurangi energi eksternal dan bagaimana berinvestasi untuk masa depan. Perencanaan PLTS ini dilakukan di salah satu rumah di Jimbaran dan Untersiggenthal AG yang spesifikasinya sesuai dengan karakteristik beban di masing-masing negara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret tahun 2023 hingga bulan Juni tahun 2023 dengan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dibuat dengan bantuan *web-based application* Sunny Design. Didapatkan hasil bahwasanya kapasitas pembangkitan yang digunakan di Indonesia untuk mereduksi *outside energy* di Indonesia dapat menghasilkan energi pada skema 1 yakni 2.346 kWh dan skema 2 yakni 1.596 kWh tiap tahunnya. Sedangkan di Swiss pada skema 1 yakni 9.190 kWh dan skema 2 yakni 4.897 kWh tiap tahunnya. Biaya investasi yang diperlukan di Indonesia untuk skema 1 sebesar 2.853 USD dengan *payback period* sebesar 13,98 tahun dan skema 2 sebesar 1.648 USD dengan *payback period* sebesar 13,29 tahun. Sedangkan biaya investasi yang diperlukan di Indonesia untuk skema 1 sebesar 15.483 USD dengan *payback period* sebesar 6,74 tahun dan skema 2 sebesar 10313 USD dengan *payback period* sebesar 8,4 tahun.

Kata Kunci: Ekonomis, Perencanaan PLTS, Rumah Tinggal di Indonesia dan Swiss, Teknis, Sunny Design

ABSTRACT

Solar Power Plant plays an important role in the movement of environmentally friendly energy. Considering that more than 90% of electricity customers worldwide are household customers, the authors are interested in making technical and economical comparisons between Indonesia and Switzerland in the installation of residential-based solar panels. In this case it can be explained that energy optimization is 25% and 50% to reduce external energy and how to invest for the future. The PLTS planning was carried out in one of the houses in Jimbaran and Untersiggenthal AG, the specifications according to the load characteristics of each country. This research was conducted from March 2023 to June 2023 using a quantitative descriptive method. This research was made with the help of Sunny Design's web-based application. The result is that the generation capacity used in Indonesia to reduce outside energy in Indonesia can produce energy in scheme 1, which is 2,346 kWh and scheme 2, which is 1,596 kWh each year. Meanwhile, in Switzerland, scheme 1 is 9,190 kWh and scheme 2 is 4,897 kWh annually. The investment cost required in Indonesia for scheme 1 is USD 2,853 with a payback period of 13.98 years and scheme 2 is USD 1,648 with a payback period of 13.29 years. Meanwhile, the investment costs required in Indonesia for scheme 1 is USD 15,483 with a payback period of 6.74 years and scheme 2 is USD 10,313 with a payback period of 8.4 years.

Keywords: *Economical, PLTS Planning, Residential Houses in Indonesia and Switzerland, Technical, Sunny Design*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk lulus program Diploma IV pada Program Studi Teknik Otomasi Spesialisasi D4 Energi Baru Terbarukan Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis banyak mendapat dukungan dan kerjasama dari banyak pihak. Oleh karena itu, sudah sepantasnya bila pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T, 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 Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
4. Bapak Ir. I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
5. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama penyusunan Skripsi.
6. Alm. Mama, Ajik, dan Mbok Ayu yang telah mendoakan dan mendukung penulis dari awal sampai akhir.
7. Putu Wia Rosita Dewi yang selaras dan sejalan sebagai rekan bisnis, teman, serta serasa sodara saya.
8. Rekan-rekan D3K PLN-PNB 2019 dan D4 EBT PNB 2022 yang selalu mendukung dan menghibur penulis selama perkuliahan dari awal sampai akhir.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah memberikan saran, ide dan dukungannya sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan waktu kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari keterbatasan ilmu dan kemampuan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan untuk menyelesaikan Skripsi ini. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan Skripsi ini kepada semua pihak, semoga bermanfaat bagi para pembaca dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bukit Jimbaran, 18 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vvi
KATA PENGANTAR	vivi
DAFTAR ISI	ixx
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xixv
BAB I	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	6
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2 Landasan Teori	9
BAB III	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2 Desain Penelitian	27
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	29
3.4 Metode Analisis Data.....	30
BAB IV	34
4.1. Hasil	34
4.1.1 Indonesia.....	34

4.1.2 Swiss	67
4.2 Pembahasan	97
BAB V	100
5.1 Kesimpulan	100
5.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA.....	xvi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLTS <i>Off-grid PV System with Storage</i>	11
Gambar 2.2 Sistem PLTS <i>Grid-Connected</i> dengan Penyimpanan (a) <i>Charge Control</i> dan <i>Inverter Charge Control</i> terpisah, dan <i>Charge Control</i> terintegrasi (b)	12
Gambar 2.3 Hubungan Sel Surya, PV Modul dan Array	13
Gambar 2.4 <i>Monocrystalline Silicon Module</i>	14
Gambar 2.5 <i>Polycrystalline Silicon Module</i>	14
Gambar 2.6 <i>Thin Film Photovoltaic</i>	15
Gambar 2.7 Skema Prinsip Inverter Satu Fasa	16
Gambar 2.8 Inverter	16
Gambar 2.9 Prinsip Teknologi PWM	17
Gambar 2.10 Kurva I-V Daya Terhadap Perubahan Temperature	19
Gambar 2.11 Efek <i>Insolation Intensity</i> terhadap Arus	21
Gambar 2.12 Sudut Kemiringan Panel Surya yang berbeda	24
Gambar 2.14 Tampilan Sunny Design	24
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Rumah Klien di Indonesia.....	34
Gambar 4.2 Grafik Sebaran Beban Rumah Pak Raka.....	36
Gambar 4.3 Grafik Konsumsi Energi Dalam Setahun di Rumah Pak Raka	37
Gambar 4.4 Panel Surya SPV 1610-375 <i>Monocrystalline</i>	39
Gambar 4.5 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan PLTS di Rumah Pak Raka.....	52
Gambar 4.6 Lokasi Penelitian di PLTS Pak Raka	53
Gambar 4.7 Gambaran PV Skema 1 Rumah Pak Raka.....	53
Gambar 4.8 Gambaran PV Skema 2 Rumah Pak Raka.....	54
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Konsumsi Energi dengan	57
Gambar 4.10 <i>Payback period</i> Skema 1 Rumah Pak Raka	66
Gambar 4.11 <i>Payback period</i> Skema 2 Rumah Pak Raka	66
Gambar 4.12 Rumah Klien Swiss	67
Gambar 4.13 Tipikal Atap Datar dengan Lapisan Bitumen.....	67
Gambar 4.14 Sebaran Beban Rumah Mr. Nico.....	69
Gambar 4.15 Grafik Konsumsi Energi dalam Setahun Rumah Mr. Nico.....	70

Gambar 4.16 Panel Surya Rumah Mr. Nico.....	72
Gambar 4. 17 <i>Single Line Diagram</i> Sistem Kelistrikan PLTS di Rumah Mr. Nico	84
Gambar 4.18 Lokasi Penelitian di PLTS Mr. Nico	85
Gambar 4.19 Gambaran PV Skema 1 Mr. Nico.....	86
Gambar 4.20 Gambaran PV Skema 2 Mr. Nico.....	86
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Konsumsi Energi dengan Produksi Energi Mr. Nico	89
Gambar 4.22 Grafik <i>Payback period</i> Skema 1 Rumah Mr. Nico	96
Gambar 4.23 Grafik <i>Payback period</i> Skema 2 Rumah Mr. Nico	97

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Rumah Penelitian.....	27
Tabel 4.1 Beban Terpasang dan Energi Harian Rumah Pak Raka.....	35
Tabel 4.2 Konsumsi Energi (kWh) Selama Setahun Rumah Pak Rak.....	36
Tabel 4. 3 Data Iradiasi Matahari Tahun 2020	37
Tabel 4.4 Temperatur Udara Rumah Pak Raka	38
Tabel 4.5 Spesifikasi JB Series 380M Monocrystalline	39
Tabel 4.6 Spesifikasi Inverter Solis Mini.....	40
Tabel 4.7 Spesifikasi <i>Slocable</i> PV1-F Series	50
Tabel 4. 8 Kuat Hantar Arus	50
Tabel 4.9 Jenis-Jenis <i>Losses</i>	54
Tabel 4.10 Produksi Energi PLTS di Rumah Pak Raka.....	56
Tabel 4.11 Perbandingan Konsumsi Energi Rumah Pak Rak.....	56
Tabel 4. 12 Biaya Pergantian Inverter Rumah Pak Raka.....	60
Tabel 4.13 Produksi Energi PLTS Rumah Pak Raka.....	62
Tabel 4.14 Biaya Tagihan Energi Listrik Rumah Pak Raka	63
Tabel 4.15 Penghematan Tagihan Energi Listrik.....	64
Tabel 4.16 Pembebanan Rumah Mr. Nico	68
Tabel 4.17 Konsumsi Energi (kWh) Selama Setahun Rumah Mr. Nico	69
Tabel 4.18 Data Iradiasi Matahari Rumah Mr. Nico	70
Tabel 4.19 Temperatur Udara di Rumah Mr. Nico	71
Tabel 4.20 Spesifikasi LR5-72HPH-555M.....	72
Tabel 4.21 Spesifikasi Inverter SMA SB3.6-1AV-41 dan SMA SB6.0-1AV-41	73
Tabel 4.22 Spesifikasi <i>Slocable</i> PV1-F Series	82
Tabel 4.23 Kuat Hantar Arus	83
Tabel 4.24 Jenis-Jenis <i>Losses</i>	87
Tabel 4.25 Produksi Energi PLTS di Rumah Mr. Nico	88
Tabel 4.26 Perbandingan Konsumsi Energi dan Produksi Energi Selama Setahun Rumah Mr. Nico	89
Tabel 4.27 Biaya Pergantian Inverter Rumah Mr. Nico	92
Tabel 4.28 Produksi Energi PLTS Rumah Mr. Nico	94

Tabel 4.29 Biaya Tagihan Energi Listrik Rumah Mr. Nico.....	94
Tabel 4.30 Penghematan Perencanaan Skema 1 dan Skema 2 Rumah Mr. Nico	95
Tabel 4.31 Komparasi Hasil Indonesia dan Swiss	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Foto Beban di Indonesia	xix
Lampiran 2 : Foto Beban di Swiss.....	xx
Lampiran 3 : <i>Design</i> PLTS Rumah Pak Raka	xxi
Lampiran 4 : <i>Design</i> PLTS Rumah Mr. Nico.....	xxx

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar energi mulai menegang pada tahun 2021 karena berbagai faktor, termasuk pemulihan ekonomi yang luar biasa cepat setelah pandemi [1]. Harga gas alam mencapai rekor tertinggi, dan akibatnya salah satunya pada harga listrik di beberapa pasar. Harga energi yang lebih tinggi telah menyebabkan inflasi yang sangat tinggi, mendorong keluarga ke dalam kemiskinan, memaksa beberapa pabrik mengurangi produksi atau bahkan menutup, dan memperlambat pertumbuhan ekonomi hingga beberapa negara menuju resesi yang parah. Menurut kutipan yang disampaikan oleh Barack Obama yang merupakan presiden Amerika ke-44 mengatakan bahwa untuk mengubah kondisi ekonomi akibat krisis energi, maka harus menjadikan energi yang bersih dan terbarukan sebagai jenis energi yang menguntungkan [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 angin, 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. Penerapan energi terbarukan telah diterapkan oleh banyak negara di dunia, seperti Swiss dan Indonesia. Untuk kawasan perumahan, penerapan tenaga surya dipasang di atap rumah. Sebagian besar rumah di Indonesia menggunakan atap genteng, sedangkan di Swiss menggunakan genteng dan atap datar. Hal ini mengacu pada perbedaan cara penggunaan tenaga surya di atap antara kedua negara.

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].

Penerapan panel surya di Swiss berbeda dengan Indonesia. Swiss terletak di belahan bumi utara dan memiliki radiasi matahari yang berbeda karena empat musim dan cuaca yang bergantung padanya. Karena ada lebih banyak kabut di musim dingin, durasi sinar matahari jauh lebih pendek daripada di musim panas. Jam sinar matahari terbanyak di Swiss biasanya diukur antara bulan Juni dan Juli. Di Swiss, sebagian besar sistem fotovoltaik menyalurkan kelebihan listriknya ke jaringan publik. Dengan terhubung ke jaringan besar yang saling terhubung, dapat dipastikan bahwa pada waktu tertentu cukup banyak konsumen yang dapat menggunakan tenaga surya dengan segera [4]. Namun demikian, tempat tinggal berperan dalam profitabilitas. Ini karena di Swiss, subsidi, potongan pajak, kompensasi, dan harga listrik untuk sistem PV dapat bervariasi dari satu wilayah ke wilayah lainnya [5]. Sedangkan di Indonesia, memiliki durasi sinar matahari yang jauh lebih panjang dibanding Swiss, namun apabila *on grid* terbatas oleh peraturan dari PT. PLN (persero) sebagai penyedia jasa kelistrikan, yakni 15% apabila daya terpasang diatas 7700 VA, dan 100% apabila daya terpasang dibawah 7700 VA [3].

Melihat perbedaan kondisi kedua negara antara Indonesia dan Swiss, maka penerapan energi terbarukan akan memberikan pandangan yang berbeda baik dari segi teknis maupun ekonomis. Oleh karena itu, untuk merencanakan energi terbarukan di kawasan pemukiman, perlu diketahui kondisi rumah di Indonesia dan Swiss saat ini. Kemudian, konsumsi energi listrik juga diperlukan untuk mengetahui rata-rata penggunaan energi luar dalam setahun. Dalam hal ini dapat dijelaskan bahwa optimalisasi energi adalah 25% dan 50% untuk mengurangi energi eksternal dan bagaimana

berinvestasi untuk masa depan. Pemilihan skema 25% dan 50% dilandasi dengan luasan atap yang minim dan pemenuhan energi yang fluktuatif tiap bulannya di kedua negara, sehingga apabila menggunakan skema 100% akan menyebabkan kelebihan pembangkitan di beberapa bulan. Dengan dilakukannya hal tersebut, dapat diketahui bagaimana perbedaan instalasi energi matahari antara Indonesia dan Swiss.

Oleh karena itu, sebagai upaya mengurangi penggunaan energi fosil untuk mencegah terjadinya krisis energi di masa mendatang, penerapan energi terbarukan adalah dengan memasang energi matahari pada atap rumah. Manfaat pemasangan energi surya yang sangat dominan adalah mampu menguras pengeluaran. Selain itu, energi matahari dapat berkontribusi untuk mengurangi pemanasan global dan menghindari ketergantungan pada listrik konvensional. Skripsi ini akan menjelaskan tujuan yang telah disepakati terkait pemasangan energi surya di kawasan pemukiman. Maka dari itu, dalam laporan ini, penulis mengangkat judul “Analisis Teknis dan Ekonomis Perencanaan PLTS Untuk Rumah Tinggal di Indonesia dan Swiss Berbasis *Web-Based Application Sunny Design*”. Melalui ide-ide yang dituangkan dalam laporan ini, diharapkan dapat menjelaskan cara memasang energi surya di rumah hunian dan meningkatkan efisiensi energinya baik di Indonesia maupun Swiss.

1.2 Perumusan Masalah

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

- a. Bagaimanakah rancangan PLTS untuk rumah tinggal di Indonesia dan Swiss dengan target pengurangan energi *existing* 25% dan 50%?
- b. Bagaimanakah kapasitas pembangkitan menggunakan *web-based application Sunny Design*?
- c. Bagaimanakah analisis investasi dengan target pengurangan penggunaan energi *existing* 25% dan 50%?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, ruang lingkup penelitian hanya akan dibatasi pada:

- a. Rumah tinggal yang dipakai adalah Rumah Pak Raka dengan luasan tanah 150m², daya terpasang 2200 VA, dan jumlah penghuni sebanyak 5 orang. Sedangkan

Rumah Mr. Nico dengan luas 100m² daya terpasang 8700 VA, jumlah penghuni sebanyak 5 orang.

- b. Data yang digunakan untuk digantikan dengan energi baru terbarukan adalah seluruh energi fosil yang dipakai oleh kedua rumah tinggal masing-masing negara, dalam hal ini gas, minyak, dan listrik yang dikonversi kedalam bentuk kWh terlebih dahulu untuk mempermudah proses pengolahan.
- c. Penelitian mempertimbangkan dua buah opsi pengurangan *outside energy* berupa fosil sebesar 25% dan 50% kedua negara.
- d. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data iradiasi matahari yang sudah berkaitan dengan indeks cuaca diambil dari NASA yang diakses secara *online* terkoneksi lewat *web based application Sunny Design*.
- e. Harga-harga dari perencanaan PLTS berdasarkan wawancara dari salah satu perusahaan panel surya di masing-masing negara sebagai pertimbangan biaya investasi yang diperlukan dalam perencanaan PLTS sebagai sumber energi listrik dalam bentuk USD.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Untuk mengetahui rancangan PLTS untuk rumah tinggal di Indonesia dan Swiss dengan target pengurangan energi *existing* 25% dan 50%.
- b. Untuk mengetahui kapasitas pembangkitan menggunakan *web-based application Sunny Design*.
- c. Untuk menganalisis investasi dengan target pengurangan penggunaan energi *existing* 25% dan 50%.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara akademik maupun aplikatif yaitu:

- a. Manfaat Akademik

1. Sebagai bahan untuk menambah wawasan dan pengetahuan aspek teknis serta ekonomis pemasangan PLTS di dua negara yakni Indonesia dan Swiss.
 2. Sebagai bahan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan perancangan PLTS yang menitikberatkan perbedaan dua negara.
- b. Manfaat Aplikatif
1. Membantu *client* yang telah memberikan penugasan untuk mempertimbangkan kemudahan memasang di Indonesia dan Swiss.
 2. Membantu pemilik kedua rumah di Indonesia dan Swiss dalam perancangan energi baru terbarukan dengan pemasangan PLTS.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian skripsi ini terdiri dari 5 bab yaitu:

a. Bab I Pendahuluan

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

b. Bab II Tinjauan Pustaka

Menguraikan tentang penelitian sebelumnya dan landasan teori yang berisi definisi PLTS, teoritis perumusan PLTS, serta komponen-komponen yang digunakan, dan investasi yang sekiranya akan dirancang.

c. Bab III Metode Penelitian

Menguraikan tentang tempat dan waktu penelitian, desain penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan jadwal penelitian.

d. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Menguraikan tentang hasil permasalahan penelitian, yang terdiri dari deskripsi data, hasil dan pembahasan mengunakan analisis teknis dan investasi pemasangan PLTS di kedua negara.

e. Bab V Penutup

Menguraikan tentang simpulan dan saran dari hasil penelitian yang sekiranya bermanfaat bagi keseluruhan aspek yang membaca dan juga *client*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan ditarik tiga kesimpulan dari rumusan masalah yang telah ditetapkan, yakni:

- a. Rumah klien Indonesia dengan daya terpasang 2.200 VA didapat skema 25% kapasitas panel surya yang digunakan 2 unit x 375 Wp sebesar 750 Wp sedangkan skema 50% menggunakan 4 unit x 375Wp sebesar 1.500 Wp. Rumah klien Swiss, dengan daya terpasang 8.700 VA. Didapat skema 25% kapasitas panel surya yang digunakan 8 unit x 555 Wp sebesar 4.400 Wp sedangkan skema 50% menggunakan 15 unit x 555 Wp sebesar 8.325 Wp. Skema 50% di Indonesia sudah cukup dalam implementasi perencanaan rumah tinggal di Indonesia namun memiliki kekurangan karena adanya rekening minimum sedangkan skema 25% memiliki kekurangan karena tidak ada spesifikasi inverter yang sesuai sehingga harus memilih spesifikasi diatas dari inverter seharusnya. Sedangkan di Swiss dapat mengimplementasikan perencanaan rumah tinggal dengan skema 50% karena tidak adanya rekening minimum yang harus dibayar.
- b. Kapasitas pembangkitan yang digunakan di Indonesia untuk mereduksi *outside energy* di Indonesia dapat menghasilkan energi pada skema 1 yakni 2.346 kWh dan skema 2 yakni 1.596 kWh tiap tahunnya. Sedangkan di Swiss pada skema 1 yakni 9.190 kWh dan skema 2 yakni 4.897 kWh tiap tahunnya. Dengan demikian, rumah klien Swiss mereduksi lebih banyak *outside energy* karena memasang panel surya lebih banyak dibanding Indonesia.
- c. Biaya investasi yang diperlukan di Indonesia untuk skema 1 sebesar 2.853 USD dengan *payback period* sebesar 13,98 tahun dan skema 2 sebesar 1.648 USD dengan *payback period* sebesar 13,29 tahun. Sedangkan biaya investasi yang diperlukan di Indonesia untuk skema 1 sebesar 15.483 USD dengan *payback period* sebesar 6,74 tahun dan skema 2 sebesar 10.313 USD dengan *payback period* sebesar 8,4 tahun. Dengan demikian, rumah klien Swiss balik modal lebih cepat dibanding dengan Indonesia karena biaya listrik yang lebih tinggi dibanding di Indonesia.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang diberikan agar penelitian berikutnya lebih baik lagi yaitu sebagai berikut:

- a. Perlu adanya pengukuran secara langsung beban selama satu bulan agar data lebih real pada lokasi penelitian.
- b. Perhitungan investasi lebih mendetail tidak hanya biaya komponen secara umum per *Watt Peak*.
- c. Kondisi rumah dan pemakaian beban yang lebih mirip dengan kondisi di kedua negara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. D. Singh, B. A. Shimray, A. B. Singh, and S. N. Meitei, “Performance measurement of 5 kWp rooftop grid-connected SPV system in moderate climatic region of Imphal, Manipur, India,” *Energy for Sustainable Development*, vol. 73, pp. 292–302, 2023.
- [2] H. Falih, A. J. Hamed, and A. H. N. Khalifa, “Techno-economic assessment of a hybrid connected PV solar system,” *International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration*, vol. 30, no. 1, p. 3, 2022.
- [3] A. Pawitra, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, “Review perkembangan PLTS di Provinsi Bali menuju target kapasitas 108 MW tahun 2025,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 181, 2020.
- [4] Z. Zulkifli, W. Wilopo, and M. K. Ridwan, “An analysis of energy production of rooftop on grid solar power plant on a government building (A Case Study of Setjen KESDM Building Jakarta),” *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, vol. 4, no. 2, pp. 55–66, 2020.
- [5] I. W. S. Putra, I. N. S. Kumara, and R. S. Hartati, “Analisis Tekno Ekonomi Implementasi Sistem PLTS Atap Pada Gedung Kantor Walikota Denpasar”.
- [6] S. Putra and C. Rangkuti, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal,” in *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 2016, pp. 21–23.
- [7] K. A. W. Patra, “ALIH FUNGSI LAHAN PERTANIAN YANG BERBATASAN LANGSUNG DENGAN AREA PUSPEM KABUPATEN BADUNG: TAHUN 2005-2015,” *SPACE*, vol. 4, no. 1, 2017.
- [8] I. Bayusari, C. Caroline, H. Hermawati, and L. Mawarni, “DESAIN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK SUMBER ENERGI ALTERNATIF PADA MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABLE,” *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, vol. 4, no. 2, pp. 73–82, 2023.
- [9] B. M. Pangaribuan, I. Ayu, D. Giriantari, and I. W. Sukerayasa, “Desain PLTS Atap Kampus Universitas Udayana: Gedung Rektorat,” *Jurnal SPEKTRUM Vol*, vol. 7, no. 2, 2020.

- [10] O. I. Sanjaya, I. A. D. Giriantari, and I. N. S. Kumara, "Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung," *Jurnal SPEKTRUM Vol*, vol. 6, no. 3, 2019.
- [11] E. Tarigan, "Simulasi optimasi kapasitas PLTS atap untuk rumah tangga di Surabaya," *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 1, pp. 13–22, 2020.
- [12] J. E. Putro, C. R. Handoko, H. Widodo, M. B. Rahmat, and A. Z. Arfianto, "Pemanfaatan Teknologi Tenaga Matahari sebagai Sumber Energi bagi Petani Porang di Magetan," in *Seminar MASTER PPNS*, 2017, pp. 177–180.
- [13] 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," *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol. 30, no. 8, pp. 1045–1053, 2022.
- [14] M. P. M. Tas and W. G. van Sark, "Experimental repair technique for glass defects of glass-glass photovoltaic modules—A techno-economic analysis," *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 257, p. 112397, 2023.
- [15] R. Rafli, J. Ilham, and S. Salim, "Perencanaan dan Studi Kelayakan PLTS Rooftop Pada Gedung Fakultas Teknik UNG," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 8–15, 2022.
- [16] H. Hasan, "perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau Saugi," *Jurnal riset dan teknologi kelautan*, vol. 10, no. 2, pp. 169–180, 2012.
- [17] A. Ardiansyah, I. N. Setiawan, and I. W. Sukerayasa, "Perancangan Plts Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo," *Jurnal SPEKTRUM Vol*, vol. 8, no. 4, 2021.
- [18] P. S. Ningsih, "Pengukuran Tegangan, Arus, Daya pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduin Uno," *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 8–16, 2020.
- [19] I. M. A. Nugraha, F. Luthfiani, G. Sotiyaramadhani, M. A. Idrus, K. Tambunan, and M. Samusamu, "Pendampingan teknis pemasangan dan perawatan pembangkit

- listrik tenaga surya di Desa Tablolong Nusa Tenggara Timur,” *Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 97–107, 2021.
- [20] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, “Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro,” *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 875, 2019.
- [21] M. Syukri, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 9, no. 2, pp. 77–80, 2010.