

SKRIPSI

PERENCANAAN PLTS *ROOFTOP* SISTEM *HYBRID* PADA RUMAH TINGGAL DI HAYAM WURUK *RESIDENCE* – DENPASAR MENGGUNAKAN *SOFTWARE HOMER & SUNNY DESIGN*



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Made Yoga Pramana

NIM. 2215374033

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

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

PERENCANAAN PLTS *ROOFTOP* SISTEM *HYBRID* PADA RUMAH TINGGAL DI HAYAM WURUK *RESIDENCE* – DENPASAR MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HOMER & SUNNY DESIGN

Oleh :

I Made Yoga Pramana

NIM. 2215374033

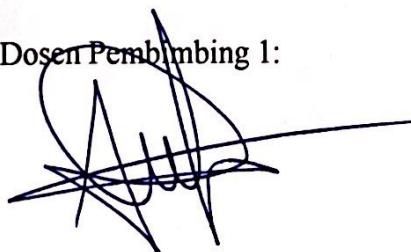
Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi
di

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

Bukit Jimbaran, 21 Agustus 2023

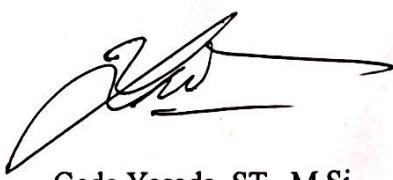
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



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

Dosen Pembimbing 2:



Gede Yasada, ST., M.Si.
NIP. 197012211998021001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERENCANAAN PLTS *ROOFTOP SISTEM HYBRID PADA RUMAH TINGGAL DI HAYAM WURUK RESIDENCE – DENPASAR MENGGUNAKAN SOFTWARE HOMER & SUNNY DESIGN*

Oleh :

I Made Yoga Pramana

NIM. 2215374033

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 22 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

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

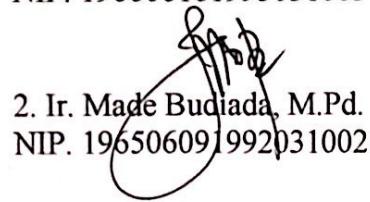
Bukit Jimbaran, 22 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

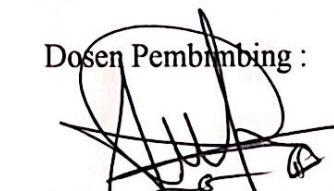


1. Ir. I Bagus Ketut Sugirianta, MT.
NIP. 196606161993031003

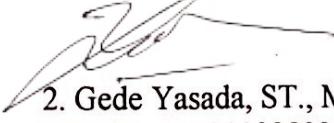


2. Ir. Made Budiada, M.Pd.
NIP. 196506091992031002

Dosen Pembimbing :



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



2. Gede Yasada, ST., M.Si.
NIP. 197012211998021001

Disahkan Oleh:



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 PLTS *Rooftop* Sistem *Hybrid* Pada Rumah Tinggal Di Hayam Wuruk Residence – Denpasar Menggunakan *Software Homer & 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, 22 Agustus 2023

Yang menyatakan



I Made Yoga Pramana

NIM. 2215374033

ABSTRAK

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan teknologi yang menghasilkan energi listrik secara bersih dan berkelanjutan. Namun, terdapat tantangan dalam memaksimalkan efisiensi dan ketersediaan energi dari PLTS, terutama saat kondisi cuaca tidak mendukung atau saat permintaan listrik tinggi. Untuk mengatasi kendala tersebut, konsep PLTS sistem *hybrid* diadopsi dalam penelitian ini dengan mengintegrasikan PLTS dengan baterai dan jaringan PLN. Penelitian ini membahas tentang rancangan sistem *hybrid* PLTS *Rooftop* pada rumah tinggal dengan luasan atap terbatas di Hayam Wuruk *Residence*. Dalam rancangan sistem ini, digunakan 10 unit panel surya dengan total luas 25,8 m² yang terpasang secara seri untuk menghasilkan energi dari sinar matahari. *Inverter* dengan kapasitas 3,0 kW yang sudah dilengkapi dengan *Solar Charge Controller* (SCC) digunakan untuk mengubah energi DC dari panel surya menjadi energi AC yang dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan 15 unit baterai tipe *Flooded/Advanced Lead Acid Battery* yang berfungsi sebagai penyimpan energi cadangan. Penelitian ini dibuat dengan bantuan simulasi menggunakan HOMER & Sunny Design. Simulasi teknis menghasilkan data simulasi yang menunjukkan bahwa sistem dapat menghasilkan 8049 kWh energi pertahun dengan konsumsi pribadi sebesar 99,5% dari total energi yang dihasilkan oleh PLTS. Performa sistem diukur menggunakan *performance ratio*. Dalam simulasi ini, *performance ratio* mencapai 81,42% atau 84%. Analisis ekonomi dengan simulasi menunjukkan hasil investasi sekitar Rp183.788.300. Sistem ini dianggap layak secara teknis dan ekonomi. Investasi untuk rancangan ini berkisar antara 180-190 juta rupiah dengan periode pengembalian investasi sekitar 15 tahun 5 bulan.

Kata Kunci: Tenaga Surya, *Hybrid*, HOMER, Sunny Design, Energi Terbarukan

ABSRACT

A Solar Power Generation System (PLTS) is a technology that produces clean and sustainable electrical energy. However, challenges exist in maximizing the efficiency and availability of energy from PLTS, especially during unfavorable weather conditions or periods of high electricity demand. To address these challenges, the concept of a hybrid PLTS system is adopted in this study by integrating PLTS with batteries and the national power grid (PLN). This research discusses the design of a hybrid PLTS Rooftop system for a residential house with limited roof space at Hayam Wuruk Residence. In this system design, 10 units of solar panels with a combined area of 25.8 m² are connected in series to generate energy from sunlight. A 3.0 kW inverter equipped with a Solar Charge Controller (SCC) is used to convert the DC energy from the solar panels into AC energy suitable for household consumption. Additionally, the system is equipped with 15 units of Flooded/Advanced Lead Acid Batteries, serving as backup energy storage. This research is conducted with the assistance of simulations using HOMER & Sunny Design. Technical simulations yield simulation data showing that the system can produce 8049 kWh of energy per year, with a personal consumption rate of 99.5% of the total energy generated by the PLTS. The system's performance is measured using the performance ratio. In this simulation, the performance ratio reaches 81.42% or 84%. An economic analysis through simulation reveals an investment outcome of approximately Rp183,788,300. This system is considered feasible both technically and economically. The investment for this design ranges from 180 to 190 million Indonesian rupiahs, with an investment payback period of around 15 years and 5 months.

Keywords: Solar Energy, Hybrid, HOMER, Sunny Design, Renewable Energy

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengungkapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan limpahan rahmat dan kesempatan-Nya, penulis berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Judul skripsi yang diajukan adalah "**PERENCANAAN PLTS ROOFTOP SISTEM HYBRID PADA RUMAH TINGGAL DI HAYAM WURUK RESIDENCE – DENPASAR MENGGUNAKAN SOFTWARE HOMER & SUNNY DESIGN.**" Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Skripsi di Prodi D4 Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.

Penulis dengan tulus menyadari bahwa keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasihat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa 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 Kepala Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si., selaku pembimbing I yang telah dengan penuh kesabaran membimbing dan memberikan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Gede Yasada, ST., M.Si., selaku pembimbing II yang telah memberikan waktu dan upaya dalam membimbing penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang berharga selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
7. Keluarga yang sangat penulis cintai dan hormati yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi sehingga penulis tetap kuat dan bersemangat dalam menyelesaikan studi.
8. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini mungkin masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan sangat berarti untuk menyempurnakan skripsi ini dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bukit Jimbaran, 21 Agustus 2023

Penulis

I Made Yoga Pramana

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	7
1.1. Latar Belakang	7
1.2. Perumusan Masalah.....	8
1.3. Batasan Masalah.....	8
1.4. Tujuan Penelitian.....	9
1.5. Manfaat Penelitian.....	9
1.6. Sistematika Penulisan.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Penelitian Sebelumnya	11
2.2. Landasan Teori.....	14
2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	14
2.2.2. Perkembangan PLTS di Provinsi Bali	14
2.2.3. Panel Surya	15
2.2.4. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	17
2.2.5. Jenis-jenis Panel Surya	19
2.2.6. Array Modul Surya.....	21
2.2.7. Solar Charge Controller (SCC).....	23
2.2.8. Inverter.....	24
2.2.9. Baterai.....	27
2.2.10. Circuit Breaker	30
2.2.11. SPD (<i>Surge Protector Device</i>).....	32
2.2.12. Combiner Box.....	33
2.2.13. Kabel Penghantar.....	34
2.2.14. Metode Pemasangan Panel Surya	37
2.2.15. Daya Listrik	39
2.2.16. Beban Listrik	42
2.2.17. Faktor-Faktor Pengaruh Efisiensi dan Output Panel Surya	43
2.2.18. Orientasi Modul Panel Surya.....	45

2.2.19. Peraturan terkait PLTS	46
2.2.19. HOMER.....	47
2.2.20. Sunny Design.....	48
2.2.21. Aspek Teknis	50
2.2.22. Aspek Ekonomi.....	51
BAB III METODELOGI PENELITIAN	57
3.1. Waktu Penelitian	57
3.2. Lokasi Penelitian	57
3.3. Metodologi Penelitian	59
3.3.1. Metode Penelitian	59
3.3.2. Jenis Data.....	60
3.3.3. Sumber Data	60
3.3.4. Teknik Pengambilan Data	61
3.3.5. Metode Analisis Data	62
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
4.1. Hasil Pengumpulan Data.....	65
4.1.1. Beban terpasang	65
4.1.2. Pemakaian Beban.....	65
4.1.3. Data Meteorologi	66
4.1.4. Survey & Pemetaan.....	68
4.2. Analisa Teknis.....	70
4.2.1. Pemilihan PV Modul.....	70
4.2.2. Menentukan Daya yang Dibangkitkan	72
4.2.3. Menentukan Kapasitas Inverter.....	72
4.2.4. Solar Charge Controller (SCC)	74
4.2.5. Menentukan Rangkaian Panel Surya.....	74
4.2.6. Menentukan Kapasitas Baterai.....	75
4.2.7. Menentukan Proteksi & Ukuran Kabel PLTS	77
4.2.8. Losses Faktor Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan	79
4.2.9. Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya dan Atap Rumah Tinggal	79
4.2.10. Menghitung Besar Daya Keluaran PLTS Selama Setahun	81
4.2.11. Nilai Degradasi dan Penurunan Performa PLTS Per-Tahun.....	82
4.2.12. Menghitung Performance Ratio (PR)	85
4.2.13. Skematik Diagram Rancangan Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	85

4.2.14. Simulasi Teknis dengan Software Sunny Design	86
4.2.15. Hasil Simulasi dengan Software Sunny Design	88
4.3. Analisa Ekonomi	90
4.3.1. Estimasi Biaya Investasi	90
4.3.2. Perhitungan Biaya Operasional dan Pemeliharaan	91
4.3.3. Life Cycle Cost (LCC).....	91
4.3.4. Cost of Energy	92
4.3.5. Net Present Value (NPV).....	92
4.3.6. Internal Rate of Return (IRR)	93
4.3.7. Profitability Index (PI).....	95
4.3.8. Gross Benefit Rasio (Gross B/C).....	96
4.3.9. Kelayakan Investasi.....	97
4.3.10. Payback Periode (Periode Pengembalian)	97
4.3.11. Simulasi Ekonomi dengan Software HOMER	97
4.3.12. Hasil Simulasi dengan Software HOMER.....	99
BAB V PENUTUP	101
5.1. Kesimpulan.....	101
5.2. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pertumbuhan kapasitas PLTS terpasang di Bali ^[7]	15
Gambar 2. 2 Struktur Modul Panel Surya ^[8]	16
Gambar 2. 3 Sistem PLTS <i>On Grid</i> ^[8]	18
Gambar 2. 4 Sistem PLTS <i>Off-grid</i> ^[8]	18
Gambar 2. 5 Sistem PLTS <i>Hybrid</i> ^[8]	19
Gambar 2. 6 Panel Surya <i>Monocrystalline</i> ^[8]	20
Gambar 2. 7 Panel Surya <i>Polycrystalline</i> ^[8]	20
Gambar 2. 8 Panel Surya dengan Teknologi <i>Thin Film</i> ^[8]	21
Gambar 2. 9 Rangkaian Panel Surya ^[11]	22
Gambar 2. 10 SCC <i>Pulse Wide Modulation</i> ^[14]	23
Gambar 2. 11 SCC <i>Maximum Power Point Tracker</i> ^[8]	24
Gambar 2. 12 Baterai ^[8]	27
Gambar 2. 13 MCB AC dan MCB DC ^[18]	31
Gambar 2. 14 Karakteristik MCB AC dari Hasil Pengujian MCB AC dengan Beban AC ^[20] ..	32
Gambar 2. 15 Karakteristik MCB DC dari Hasil Pengujian MCB DC dengan Beban DC ^[20] ..	32
Gambar 2. 16 SPD AC dan SPD DC ^[21]	33
Gambar 2. 17 <i>Combiner Box</i> ^[22]	34
Gambar 2. 18 Metode Pemasangan <i>Ballast</i> ^[25]	37
Gambar 2. 19 Metode Pemasangan <i>Ground Mounted</i> ^[25]	38
Gambar 2. 20 Metode Pemasangan <i>Rooftop Rack</i> ^[25]	39
Gambar 2. 21 Metode Pemasangan <i>Floating</i> ^[25]	39
Gambar 2. 22 Arah Aliran Arus Listrik ^[26]	40
Gambar 2. 23 Segitiga Daya ^[26]	40
Gambar 2. 24 Arah Arsitektur Simulasi dan Optimasi HOMER ^[37]	48
Gambar 2. 25 Tampilan Sunny Design Web	50
Gambar 3. 1 Rumah dari Tampak Atas	58
Gambar 3. 2 Rumah Tinggal di Hayam Wuruk <i>Residence</i> – Denpasar	58
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	63
Gambar 4. 1 Denah Atap Rumah Tinggal	68
Gambar 4. 2 Section A-A Atap Rumah Tinggal.....	69
Gambar 4. 3 Section C-C Atap Rumah Tinggal	69
Gambar 4. 4 Panel Surya LONGI 545Wp Monocrystalline ^[44]	71
Gambar 4. 5 Spesifikasi Panel Surya LONGI 545Wp Monocrystalline ^[44]	71
Gambar 4. 6 Dimensi Panel Surya LONGI 545Wp Monocrystalline ^[44]	71
Gambar 4. 7 Inverter SMA Sunny Boy 3.0 ^[45]	73
Gambar 4. 8 Spesifikasi Inverter SMA Sunny Boy 3.0 ^[45]	73
Gambar 4. 9 Baterai Trojan tipe SSIG 12 255 12V ^[46]	76
Gambar 4. 10 Spesifikasi Baterai Trojan tipe SSIG 12 255 12V ^[46]	77
Gambar 4. 11 Penurunan Performa Panel Surya Per-Tahun ^[44]	82
Gambar 4. 12 Skematik diagram PLTS sistem <i>hybrid</i>	86
Gambar 4. 13 Tampilan awal Software Sunny Design.....	86
Gambar 4. 14 Pilih menu PV system with self consumption	87
Gambar 4. 15 Masukan data pada Sunny Design	87
Gambar 4. 16 Masukan load data tahunan pada Sunny Design	88
Gambar 4. 17 Masukan data sistem PLTS	88

Gambar 4. 18 Hasil Report Energi pada simulasi Sunny Design	89
Gambar 4. 19 Tampilan awal Software HOMER.....	97
Gambar 4. 20 Masukan data pada Software HOMER.....	98
Gambar 4. 21 Masukan data konsumsi beban pada Software HOMER.....	98
Gambar 4. 22 Skematik sistem perencanaan PLTS sistem Hybrid di Software HOMER	99
Gambar 4. 23 Hasil simulasi menggunakan Software HOMER	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nomenklatur kabel penghantar ^[22]	35
Tabel 2. 2 Kemampuan Hantar Arus Kabel Penghantar ^[23]	36
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian dan Milestone	57
Tabel 4. 1 Beban Terpasang pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk Residence.....	65
Tabel 4. 2 Pemakaian Listrik periode Desember 2022 – Mei 2023 Pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk Residence.....	66
Tabel 4. 3 Data Meteorologi (Meteonorm 8.0)	67
Tabel 4. 4 Rata-rata Data Meteorologi (Meteonorm 8.0).....	67
Tabel 4. 5 Data spesifikasi LONGi 545 Wp Monocrystalline ^[39]	70
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan radiasi matahari dan Energy yield	82
Tabel 4. 7 Total losses pada sistem PLTS	83
Tabel 4. 8 Penurunan Daya PLTS selama 25 Tahun.....	84
Tabel 4. 9 Hasil Report Energi pada simulasi Sunny Design.....	89
Tabel 4. 10 Estimasi Biaya PLTS Rooftop sistem Hybrid pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk – Residence Denpasar	90
Tabel 4. 11 Perhitungan Net Present Value.....	93
Tabel 4. 12 Nilai NPV Positif dan NPV Negatif	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif semakin populer dalam beberapa tahun terakhir. Di Indonesia, khususnya di daerah Denpasar, Bali, potensi energi surya cukup besar karena tingkat sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun. Salah satu cara untuk memanfaatkan energi surya adalah dengan mendirikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Rooftop* pada rumah tinggal.

Hayam Wuruk *Residence* merupakan salah satu kompleks perumahan di Denpasar yang memiliki potensi besar untuk mengimplementasikan PLTS *Rooftop* pada rumah tinggal. Dengan sistem *Hybrid*, rumah tinggal dapat memanfaatkan energi alternatif dalam menyuplai pasokan energi mereka selain menggunakan sumber daya dari PLN, meningkatkan ketahanan energi, dan dapat membantu menurunkan penggunaan energi dari bahan bakar fosil.

Namun, perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* ini bukanlah tugas yang sederhana karena melibatkan berbagai aspek teknis dan ekonomis yang perlu dipertimbangkan. Dalam perencanaan ini, digunakan dua *Software* utama, yaitu HOMER dan Sunny Design.

HOMER adalah *Software* simulasi khusus untuk perencanaan sistem energi terdistribusi, termasuk PLTS. *Software* ini memungkinkan analisis mendalam terhadap komponen-komponen sistem dari segi ekonomi, seperti panel surya, baterai, kontroler, dan *inverter*.

Sunny Design adalah *Software* dari produsen panel surya terkemuka yang digunakan untuk simulasi performa panel surya dalam kondisi lingkungan yang berbeda, seperti intensitas cahaya matahari dan suhu. Dengan melakukan simulasi pada *Software* Sunny Design, dapat diperoleh informasi tentang kinerja panel surya yang diusulkan, pada lokasi Hayam Wuruk *Residence* untuk memastikan bahwa desain PLTS *Rooftop* dapat menghasilkan energi sesuai dengan kebutuhan rumah tinggal.

Penelitian ini akan memfokuskan pada pengembangan perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* yang efisien dan ekonomis untuk Hayam Wuruk *Residence*. Analisis akan melibatkan berbagai aspek, termasuk investasi awal,

estimasi produksi energi surya, ketersediaan sumber daya, dan perkiraan biaya operasional dan perawatan selama umur sistem.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah rancangan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk *Residence*?
- b. Bagaimanakah hasil dari perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* menggunakan dengan *Software HOMER & Sunny Design*?
- c. Berapakah investasi dan perkiraan biaya yang diperlukan dalam perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk *Residence*?

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 penilitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan pada rumah tinggal di Hayam Wuruk *Residence* – Denpasar.
- b. Penelitian akan membahas tentang rancangan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) untuk sistem *Hybrid* pada rumah tinggal di Hayam Wuruk *Residence*.
- c. Penelitian ini hanya akan mempertimbangkan rumah tinggal sebagai objek utama yang akan dipasangi PLTS, dengan fokus pada penggunaan luasan atap bangunan tersebut.
- d. Penelitian perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* ini akan menggunakan dua jenis *Software*: HOMER dan Sunny Design.
- e. Penelitian ini hanya mencakup pembahasan mengenai analisis teknis & analisis ekonomi untuk perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid*.
- f. Penelitian ini tidak mencakup penjelasan mengenai peraturan yang berlaku tentang PLTS sistem *hybrid*.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui dan merumuskan rancangan sistem PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* untuk digunakan pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk *Residence*.
- b. Mengetahui hasil perencanaan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* menggunakan *Software HOMER* dan *Sunny Design*.
- c. Mengetahui estimasi biaya investasi dan perkiraan biaya yang di perlukan untuk perencanaan PLTS *Hybrid* pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk *Residence*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memberikan rancangan PLTS *Hybrid* yang sesuai untuk Rumah Tinggal di Hayam Wuruk *Residence*.
- b. Meningkat Energi Baru & Terbarukan sebagai upaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil.
- c. Meningkatkan peran penting PLTS bagi masyarakat.
- d. Memberikan pengetahuan berharga tentang penerapan PLTS *Hybrid* pada rumah tinggal.

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.

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.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori pendukung yang berhubungan dalam pembuatan skripsi ini.

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.

BAB IV HASIL dan ANALISA

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

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

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

- a. Rancangan PLTS *Rooftop* sistem *Hybrid* pada Rumah Tinggal di Hayam Wuruk *Residence* menggunakan 2 sisi atap pada rumah tinggal dimana luasan yang tersedia untuk memasang panel surya hanya 29 m^2 , dimana pada luasan atap tersebut akan menggunakan 10 unit panel surya dengan total luas yang digunakan oleh panel surya adalah $25,8 \text{ m}^2$ yang dipasang secara seri dengan kapasitas 545 Wp, menggunakan *inverter* dengan kapasitas 3,0 kW yang dimana inverter ini sudah *include* SCC pada sistemnya, serta menggunakan 15 unit baterai 12 V berjenis *Flooded/Advanced Lead Acid Battery* dengan kapasitas 299 Ah.
- b. Hasil simulasi analisa teknis menggunakan *Software Sunny Design* menunjukkan hasil energi yang didapat pertahunnya sebesar 8049 kWh dengan pemakaian konsumsi pribadi sebesar 99,5% dari energi yang dihasilkan oleh PLTS dan untuk konsumsi listrik dari PLN yang digunakan pertahunnya sebesar 3888 kWh, *performance ratio* yang didapatkan pada simulasi ini yakni 81,42 % dimana dari perhitungan *performance ratio* didapat 84%, dari nilai tersebut maka sistem pada simulasi ini dinyatakan layak. Dan untuk hasil simulasi analisa ekonomi menggunakan *Software HOMER* menunjukkan data NPC (*Net Present Cost*) atau total investasi sebesar Rp183.788.300, dimana nilai tersebut dibandingkan dengan perhitungan yang telah didapat pada perhitungan LCC (*Life Cycle Cost*) didapat perbedaan atau selisih sebesar Rp 1.813.972, pada nilai COE (*Cost of Energy*) didapatkan nilai sebesar Rp1.943 / kWh dan jika dibandingkan dengan perhitungan yang telah dilakukan terdapat selisih sebesar Rp60 / kWh, dan untuk nilai operasional pada simulasi HOMER mendapatkan nilai Rp6.363.278 yang jika dibandingkan dengan perhitungan yang didapatkan sebelumnya terdapat selisih cukup jauh sebesar Rp12.439.721 yang bisa jadi dikarenakan aplikasi HOMER yang telah diprogram menggunakan perhitungan yang berbeda dengan perhitungan yang digunakan secara teoritis.

- c. Biaya investasi yang diperlukan berdasarkan perhitungan untuk perencanaan ini senilai Rp 185.602.272, dan berdasarkan simulasi dengan HOMER nilai investasi sebesar Rp183.788.300, jadi jika disimpulkan nilai investasi untuk perencanaan ini berkisar 180 juta hingga 190 juta. Dengan metode Periode Pengembalian maka di dapatkan hasil 15,5 tahun atau 15 Tahun 5 Bulan

5.2. Saran

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

- a. Waktu dalam penyusunan skripsi ini bisa lebih tersedia lebih banyak agar mendapat menganalisa lebih dalam terkait perencanaan sistem PLTS *Hybrid*.
- b. Simulasi yang digunakan masih perlu diperdalam lagi dalam penggunaannya sehingga dapat menghasilkan hasil analisa yang lebih mendetail.
- c. Penjelasan mengenai *Software* yang digunakan masih perlu diperbanyak, karena penulis hanya mendapatkan *tutorial* dan penjelasan dari *youtube* dan beberapa literasi jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Ariawan and N. Sinaga, “Perencanaan Pembangunan Plts Hybrid Di Pondok Pesantren Al-Anwar 4 Serang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah,” *J. Sains dan Teknol. Reaksi*, vol. 19, no. 01, 2021.
- [2] M. A. I. Wardana, M. N. Hidayat, and R. A. Ananto, “Perencanaan Dan Analisis Pembangkit Listrik Hybrid PLTS 4x50 Wp dan PLTB Tipe Darrieus Kapasitas 100 Watt,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 9, no. 2, pp. 81–86, 2022.
- [3] T. S. Mehang, M. Santoso, and Y. Tanoto, “Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Di kecamatan Ngadu Ngala, Kabupaten sumba Timur, NTT,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [4] E. T. A. Duka, I. N. Setiawan, and A. I. Weking, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Area Parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Dinas Bina Marga Dan Pengairan Kabupaten Badung,” *E-Journal Spektrum*, vol. 5, no. 2, pp. 67–73, 2018.
- [5] R. A. Nugroho, B. Winardi, and S. Sudjadi, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Hybrid Di Gedung Ict Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsysy 7.0,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 377–383, 2021.
- [6] W. Suwarti and B. Prasetyo, “Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya,” *J. Tek. Energi*, vol. 14, no. 3, pp. 78–85, 2018.
- [7] A. Pawitra, 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. 181, 2020.
- [8] N. Hajir, M. Haddin, and A. Suprajitno, “ANALISA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DENGAN SISTEM HYBRID DI PT KOLONI TIMUR.” Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2021.
- [9] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018.
- [10] M. C. ALKHOLISH, “STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP DENGAN SISTEM ON-GRID DI CV. QIRANA MEUBEL JEPARA.” Universitas Islam Sultan Agung, 2023.
- [11] E. Roza and M. Mujirudin, “Perancangan Pembangkit Tenaga Surya Fakultas Teknik UHAMKA,” *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 16–30, 2019.
- [12] R. A. Prasetyo, A. Stefanie, and W. N. Adzillah, “Optimasi Daya Pada Panel Surya Dengan Solar Tracker System Dual Axis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Controller,” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–8, 2021.
- [13] R. H. S. Suriadi and C. Fanni, “Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai

Menggunakan Solar Cell Berbasis Mikrokontroler ATmega328”.

- [14] R. Rusman, “Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, 2017.
- [15] A. BAKTI, “UNJUK KERJA KOMPONEN TERHADAP EFISIENSI PADA PLTS OFF GRID 450 VA DI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.” Politeknik Negeri Sriwijaya, 2021.
- [16] Z. Salam and A. A. Rahman, “Efficiency for photovoltaic inverter: A technological review,” *2014 IEEE Conf. Energy Conversion, CENCON 2014*, pp. 175–180, 2014, doi: 10.1109/CENCON.2014.6967497.
- [17] M. T. Afif and I. A. P. Pratiwi, “Analisis perbandingan baterai lithium-ion, lithium-polymer, lead acid dan nickel-metal hydride pada penggunaan mobil listrik-review,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015.
- [18] R. I. Pangestu, “Analisis Kinerja Circuit Breaker pada Sisi 150 kV Gardu Induk Lamhotma.” 2019.
- [19] M. F. B. Siregar, “Rancang Bangun Sistem Otomatis Pada Alat Peniris Bawang Goreng Berbasis Arduino Uno R3.” Universitas Islam Indonesia, 2019.
- [20] S. Hamid, J. Jamaaluddin, D. Hadidjaja, R. Saputra, and A. Wisaksono, “Analysis of DC MCB Usage Characteristics for AC and DC Load Usage Analisis Karakteristik Pemakaian MCB DC Untuk Pemakaian Beban AC dan DC,” vol. 2, no. 2, pp. 3–8, 2022.
- [21] M. F. Alayyubby, “Analisa Pengaruh Efek Intensitas Cahayamatahari Terhadap Panel Surya Off Grid Type Monocrystalline Berbasis Pulse Width Modulation.” Universitas Medan Area, 2022.
- [22] H. A. IKHSAN, “ANALISIS AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) TERHADAP SOLAR CELL 450 VA SEBAGAI SUPPLAIENERGI CADANGAN POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.” Politeknik Negeri Sriwijaya, 2021.
- [23] PUIL, “Puil 2011,” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. Puil, pp. 1–683, 2011.
- [24] W. RIZKY, “ANALISIS KARAKTERISTIK TERMAL PADA KABEL NYM 3x1, 5 mm² UNTUK APLIKASI INSTALASI LISTRIK DALAM RUANGAN (INDOOR) DENGAN PENGINJEKSIAN ARUS.” UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA, 2017.
- [25] O. Harun, “FEASIBILITY STUDY PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERKONEKSI KE JARINGAN PLN PADA GEDUNG REKTORAT UNILA,” 2021.
- [26] M. Munadi, I. Haryanto, M. Ariyanto, J. D. Setiawan, and D. R. Aulia, “Studi Peningkatan Energi Listrik Berbasis Simulator Solar Panel dengan Metode Fix Position dan Tracking Position terhadap Cahaya Matahari,” *ROTASI*, vol. 21, no. 2, pp. 102–108, 2019.

- [27] D. Asmono, “Pengukuran energi listrik tidak langsung menggunakan KWH meter dan kvarh meter,” *J. TEDC*, vol. 8, no. 3, pp. 198–204, 2019.
- [28] R. T. Jurnal, “ANALISIS PENGARUH JENIS BEBAN LISTRIK TERHADAP KINERJA PEMUTUS DAYA LISTRIK DI GEDUNG CYBER JAKARTA: Jumadi, Juara Mangapul Tambunan,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 7, no. 2, pp. 108–117, 2015.
- [29] H. Elnizar, H. Gusmedi, and O. Zebua, “Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 KV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan,” *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 116–126, 2021.
- [30] Z. Iqbal, I. D. Sara, and S. Syahrizal, “Aplikasi sistem tenaga surya sebagai sumber tenaga listrik pompa air,” *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [31] A. Asrul, R. K. Demak, and R. Hatib, “Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul Photovoltaic Tipe Multicrystalline,” *J. Mek.*, vol. 7, no. 1, 2016.
- [32] A. Rachmi, B. Prakoso, Hanny Berchmans, I. Devi Sara, and Winne, “Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia,” *PLTS Atap*, p. 94, 2020.
- [33] P. B. R. N. 4, “Berita Negara,” *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones. Nomor 4 Tahun 2018*, vol. 151, no. 2, pp. 10–17, 2018.
- [34] ESDM, “Peraturan Menteri ESDM Nomor 49 Thn 2018 Tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap oleh Konsumen PT. PLN (Persero),” p. 18, 2018.
- [35] PPRI No 112 Tahun 2022, “Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik,” no. 135413, pp. 1–37, 2022.
- [36] A. A. G. P. DS, “Simulasi Kinerja Mini-grid Berbasis Photovoltaic (PV) dan Wind Turbine (WT) Menggunakan HOMER Di Pantai Samas Bantul Yogyakarta,” 2021.
- [37] Kunaifi, “Program HOMER untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida di Propinsi Riau,” *Semin. Nas. Infomatika 2010 (SemnasIF 2010)*, vol. 1, no. 1, pp. B18–B27, 2010.
- [38] W. Hidayat, “Perencanaan dan pemilihan teknologi dalam pemasangan panel surya pada prototype floater PV PT. Pembangkitan Jawa Bali,” 2019.
- [39] O. S. R. CINICY, J. Windarta, and S. Saptadi, “STUDI EVALUASI KINERJA DAN KELAYAKAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP 32 KWP DI GEDUNG KANTOR PT. KPJB KABUPATEN JEPARA.” UNIVERSITAS DIPONEGORO, 2023.
- [40] V. R. Kossi, “Perencanaan PLTS Terpusat (off-grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [41] A. R. Danu, “Analisa Keekonomian Tarif Listrik Untuk Pembangkit Listrik

- Tenaga Surya FTI UII 5 kWp dengan Metode Life Cycle Cost (LCC)," 2020.
- [42] Kemen-ESDM, "Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No 26 Tahun 2021 Tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Yang terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Umum," *Ber. Negara RI tahun 2021 Nomor 948*, no. 1, pp. 1–35, 2021.
 - [43] Hardani, *Buku Metode Penelitian Kualitatif dan Kualitatif*, no. April. 2020.
 - [44] "LONGI-545W-MONO-PERC-LR5-72HPH-545M.pdf."
 - [45] S. M. A. S. Connected, "Premium monitoring service," pp. 0–1.
 - [46] P. Case, "Solar ssig 12 255," pp. 10–12.