

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM
ON GRID PADA KANTOR PT PLN UNIT INDUK DISTRIBUSI
LAMPUNG BERBASIS SIMULASI MENGGUNAKAN *PVSYST 7.4.0*
DAN *HOMER PRO 3.14.2***

(Skripsi)

Oleh

Kenya Excellentia Kines

2015031059



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM
ON GRID PADA KANTOR PT PLN UNIT INDUK DISTRIBUSI
LAMPUNG BERBASIS SIMULASI MENGGUNAKAN PVSYSY 7.4.0
DAN HOMER PRO 3.14.2****Oleh****KENYA EXCELLENTIA KINES**

Peningkatan kebutuhan energi listrik di Indonesia, yang didominasi oleh sumber daya fosil, menimbulkan dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan. Oleh karena itu, pemerintah mengeluarkan RUPTL 2021-2030 untuk mendorong penggunaan energi baru terbarukan (EBT) dengan target 23% pada 2025. Energi surya dipandang sebagai alternatif menjanjikan, terutama di Provinsi Lampung yang memiliki tingkat radiasi matahari rata-rata 4,43 kWh/m²/hari. Penelitian ini merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap di PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung untuk mengurangi penggunaan listrik dari sumber tak terbarukan. Analisis teknis dan ekonomis dilakukan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV) dan *Discounted Payback Period* (DPP). PLTS yang dirancang terdiri dari 500 modul panel surya *JA Solar* dan inverter *Sungrow* dengan total kapasitas 270 kWp, menghasilkan 405.408 kWh/tahun dengan rasio performa 85,26%, mampu memenuhi 95,04% kebutuhan listrik kantor PLN UID Lampung. Analisis ekonomi menunjukkan nilai NPV positif sebesar Rp. 2.522.330.503 dan DPP selama 6 tahun 7 bulan, menunjukkan kelayakan investasi. Simulasi Homer Pro menghasilkan NPV bernilai positif (NPV>0) sebesar Rp. 2.249.217.000 dan DPP selama 4,27 tahun, menegaskan bahwa proyek PLTS ini layak dilaksanakan.

Kata Kunci : PLTS, NPV, DPP, *PVsysy*, *Homer Pro*, Aspek Teknis, Aspek Ekonomi.

ABSTRACT**SOLAR POWER PLANT DESIGN ON GRID SYSTEM AT THE OFFICE
OF PT PLN UNIT MASTER DISTRIBUTION LAMPUNG BASED ON
SIMULATION USING PVSYST 7.4.0 AND HOMER PRO 3.14.2****By****KENYA EXCELLENTIA KINES**

The increasing demand for electrical energy in Indonesia, which is dominated by fossil resources, has a negative impact on the environment and health. Therefore, the government issued the 2021-2030 RUPTL to encourage the use of new renewable energy with a target of 23% by 2025. Solar energy is seen as a promising alternative, especially in Lampung Province which has an average solar radiation level of 4.43 kWh/m²/day. This research designs a rooftop solar power plant system at PT PLN (Persero) Lampung Distribution Main Unit to reduce the use of electricity from non-renewable sources. Technical and economic analysis was conducted using the Net Present Value (NPV) and Discounted Payback Period (DPP) methods. The designed solar power plant consists of 500 JA Solar solar panel modules and Sungrow inverters with a total capacity of 270 kW_p, producing 405,408 kWh/year with a performance ratio of 85.26%, capable of meeting 95.04% of the electricity needs of the PLN UID Lampung office. Economic analysis shows a positive NPV value of Rp. 2,522,330,503 and DPP for 6 years and 7 months, indicating investment feasibility. Homer Pro simulation resulted in a positive NPV (NPV>0) of Rp. 2,249,217,000 and DPP for 4.27 years, confirming that this PLTS project is feasible.

Keywords : Solar Power Plant, NPV, DPP, PVsyst, Homer Pro, Technical Aspects, Economic Aspects.

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM
ON GRID PADA KANTOR PT PLN UNIT INDUK DISTRIBUSI
LAMPUNG BERBASIS SIMULASI MENGGUNAKAN PVSYST 7.4.0
DAN HOMER PRO 3.14.2**

**Oleh
KENYA EXCELLENTIA KINES**

**Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar
SARJANA TEKNIK**

**Pada
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *On Grid* Pada Kantor PT PLN Unit Induk Distribusi Lampung Berbasis Simulasi Menggunakan *Pvsyst 7.4.0* dan *Homer Pro 3.14.2*

Nama Mahasiswa : Kenya Excellentia Kines

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015031059

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik



MENYETUJUI
1. **Komisi Pembimbing**

(Handwritten signatures of Ir. Noer Soedjarwanto and Zulmiftah Huda)

Ir. Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.
NIP. 196311141999031001

Zulmiftah Huda, S.T., M.Eng.
NIP. 198806242019031015

2. **Mengetahui**

Ketua Jurusan

Ketua Program Studi

(Handwritten signature of Herlinawati)

Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 197103141999032001

(Handwritten signature of Sumadi)

Sumadi, S.T., M.T.
NIP. 197311042000031001

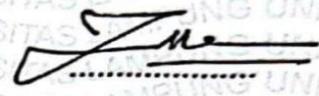
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

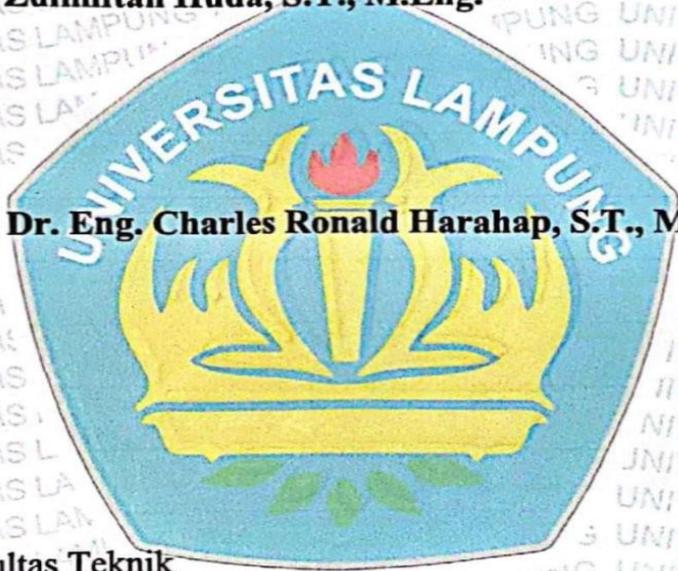
Ketua : Ir. Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.



Sekretaris : Zulmiftah Huda, S.T., M.Eng.



Penguji : Dr. Eng. Charles Ronald Harahap, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }
NIP. 197509282001121002**

Tanggal Lulus Ujian Skripsi ; 26 Juni 2024

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pulabahnya skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 08 Juli 2024



Kenya Excellentia Kines

NPM. 2015031059

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kotabumi pada tanggal 8 Maret 2002 sebagai anak bungsu dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Bapak Sudadi dan Ibu Raras Wulandari.

Riwayat pendidikan formal yang penulis tempuh dan selesaikan adalah di SD N 3 Kembang Tanjung pada tahun 2008 - 2014, SMPN 7 Kotabumi pada tahun 2014 - 2017 dan SMAN 3 Kotabumi pada tahun 2017 hingga 2020.

Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi pada Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Universitas Lampung sebagai Anggota Departemen Kominfo Divisi Hubungan Masyarakat periode 2021 dan sebagai Anggota Departemen Soswir Divisi Kewirausahaan periode 2022. Selain itu, Penulis pada tahun 2022 – 2024, menjadi asisten di Laboratorium Konversi Energi Elektrik serta menjadi asisten Mata Kuliah Dasar Tenaga Listrik, Mesin – Mesin Listrik, dan Elektronika Daya. Selain proses perkuliahan, penulis juga pernah melakukan kerja praktik di Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Tarahan yang membahas topik tentang “Analisis Tahanan Kontak Pada Pemisah (PMS) 150 kV Berdasarkan Hasil Pemeliharaan di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami”. Setelah itu, Penulis juga pernah melakukan magang di PT. PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung pada bidang Distribusi.

PERSEMBAHAN

Puji Syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Tuhan Yang Maha Esa dan Maha Besar atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta teriring shalawat Nabi Muhammad SAW

Kupersembahkan Karya ini kepada

Ayah dan Ibu Tercinta

Sudadi dan Raras Wulandari

Kakak-kakak ku dan Keponakanku tercinta

Yauma Janatin Inda Nuri

Seiga Al-Ghifari

Rendi Wijaya Kusuma

Gifta Alkasae Shanuma Wijaya

“Dosen Pembimbing dan Penguji serta Civitas Akademik Jurusan Teknik Elektro, terimakasih telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan ilmu yang sangat banyak selama perkuliahan serta pengerjaan skripsi ini”

“Tak lupa kepada teman-teman Angkatan 2020, terimakasih telah menemani, membantu, dan pembelajaran kepada saya selama duduk dibangku perkuliahan.”

MOTTO

"Siapa kamu besok dimulai dengan apa yang kamu lakukan hari ini."

(Tim Fargo)

"Tempat terbaik untuk pulang adalah rumah. Cinta terbaik adalah keluarga. Dan jika kamu punya keduanya, hidupmu penuh berkat."

(Unknown)

"Maka nikmat Tuhan yang manakah yang kamu dustakan?"

(Q.S Ar Rahman: 13)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah Subhannahu Wata'ala atas segala karunia, rahmat, dan nikmat-Nya sehingga Skripsi ini yang berjudul **“Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On Grid Pada Kantor PT PLN Unit Induk Distribusi Lampung Berbasis Simulasi Menggunakan Pvsyst 7.4.0 dan Homer Pro 3.14.2”** dapat selesai tepat waktu. Yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Sholawat serta salam tidak lupa juga penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan yang baik seluruh umat manusia dan senantiasa mengharapkan syafaatnya di yaumul akhir kelak. Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak, Oleh karena itu, Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, karunia, serta sebagai nikmat-Nya yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua Orangtuaku tercinta Bapak Sudadi dan Ibu Raras Wulandari, terimakasih atas segala kasih sayang, perhatian, dukungan, ridho dan doa pada setiap jalan perjuangan selama ini yang tiada hentinya.
3. Saudara-saudariku dan keponakanku Tersayang Yauma Janatin Inda Nuri dan Suami Rendi Wijaya Kusuma, Seiga Al-Ghifari dan Gifta yang menjadi penyemangat dan memberikan doa untuk penulis, semoga kelak kita menjadi orang yang sukses agar dapat membahagiakan dan membanggakan Orangtua kita.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

6. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
7. Bapak Ir. Noer Soedjarwanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan motivasi dan pandangan kehidupan, mengarahkan dan membimbing dengan tulus dan penuh kesabaran.
8. Bapak Zulmiftah Huda, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan saran, bimbingan, dan arahan dengan baik dan ramah.
9. Bapak Dr. Eng. Charles Ronald Harahap, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, kritik, dan arahan.
10. Ibu Dr. Endah Komalasari, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan nasihat, arahan, bimbingan dengan baik dan tulis bagi penulis selama perkuliahan.
11. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah memberikan pengarahan dan pandangan hidup selama perkuliahan.
12. Staff administrasi Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
13. Kepada member Pejuang ST Vica, Desi, Altika, Cahya, dan Ipna terimakasih atas segala canda tawa, dan saling supportnya.
14. Kepada Yongki Setiawan, terimakasih telah menemani penulis dari awal perkuliahan hingga sekarang, terimakasih atas segala momentnya, semoga kamu menemukan jalan sukses diri kamu dan dapat membanggakan orang tua mu.
15. Kepada Teman-teman SMA, Septi, Danita, Dea, Ica dan SMP Farah dan Annisa yang selalu mensupport saya dan semoga kita selamanya berteman.
16. Segenap Keluarga Besar Laboratorium Konversi Energi Elektrik, Mba Ani atas kerjasamanya selama menjadi asisten laboratorium; teman-teman asisten angkatan 2020 dan tidak lupa adik-adik asisten Angkatan 2021.
17. Keluarga besar HELLIOS Angkatan 2020, yang telah memberikan banyak motivasi, nilai-nilai sosial, dan bantuan dalam berbagai hal.
18. Keluarga besar HIMATRO UNILA, yang telah menjadi wadah dalam mengembangkan nilai-nilai organisasi bagi penulis.

19. Semua pihak yang terlibat dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini penulis ucapkan terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
20. Kepada diri saya sendiri, terimakasih banyak karna sudah yakin dan mau bertahan untuk menyelesaikan apa yang telah di mulai dan selalu yakin bahwa Allah tidak akan memberikan ujian melebihi batas kemampuan hambanya.

Semoga Allah SWT membalas semua perbuatan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Bandar Lampung, 08 Juli 2024

Penulis



Kenya Excellentia Kines

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
MENGESAHKAN	vi
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Hipotesis	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	6
2.2.1 Sistem PLTS <i>On Grid</i>	6
2.2.2 Sistem PLTS <i>Off Grid</i>	7
2.2.2 Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	8
2.3 Komponen Utama PLTS	8
2.3.1 Panel Surya	8
2.3.2 Inverter.....	10
2.3.3 kWh EXIM	11
2.4 PLTS Atap.....	11

2.6 Perangkat Lunak <i>PVsyst</i>	12
2.7 Perangkat Lunak <i>Meteonorm</i>	12
2.8 Perangkat Lunak <i>Homer Pro</i>	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	14
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.4 Diagram Alir Penelitian	17
3.5 Aspek Teknis	20
3.5.1 Menghitung Rata-rata Waktu Penyinaran Matahari	20
3.5.2 Menghitung <i>Area Array (PV Area)</i>	20
3.5.3 Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS (<i>Watt peak</i>)	21
3.5.4 Menghitung Jumlah Panel Surya	21
3.5.5 Pemilihan Inverter	21
3.5.6 Konfigurasi Modul PV	21
3.6 Aspek Ekonomi	22
3.6.1 Investasi Awal	22
3.6.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan	22
3.6.4 <i>Net Present Value (NPV)</i>	22
3.6.5 <i>Discounted Payback Period (DPP)</i>	23
IV. PEMBAHASAN	25
4.1 Lokasi Penelitian	25
4.2 Data Beban di Kantor PLN UID Lampung	26
4.3 Data Iradiasi matahari dan Temperatur Udara	26
4.3.1 Data Iradiasi matahari	26
4.3.2 Temperatur Udara	27
4.4 Analisis Teknis Perancangan PLTS <i>On Grid</i>	28
4.4.1 Analisis Rata-rata Waktu Penyinaran Matahari	28
4.4.2 Pemilihan Komponen	28
4.4.3 Konfigurasi Modul PV	30
4.4.5 Perancangan Simulasi dengan <i>PVsyst 7.4.0</i>	31
4.4.5.1 Pemilihan Sistem PLTS	31
4.4.5.2 Penentuan Orientasi	31
4.4.5.3 Perancangan Sistem pada <i>PVsyst</i>	32

4.4.5.4 Penentuan Konsumsi Energi Bulanan.....	33
4.4.5.5 Analisis Potensi Energi.....	34
4.5 Aspek Ekonomi	36
4.5.1 Aspek Ekonomi dengan Perhitungan Manual	37
4.5.2 Aspek Ekonomi dengan Simulasi <i>Homer Pro</i>	42
V. PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem PLTS <i>On Grid</i>	6
Gambar 2.2 Sistem PLTS <i>Off Grid</i>	7
Gambar 2.3 Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	8
Gambar 2.4 PV jenis monokristal	9
Gambar 2.5 PV jenis polikristal	10
Gambar 2.6 Inverter PV	10
Gambar 2.7 kWh EXIM	11
Gambar 2.8 Perangkat Lunak <i>PVsyst</i>	12
Gambar 2.9 Tampilan Perangkat Lunak <i>Meteonorm</i>	13
Gambar 2.10 Tampilan <i>Homer Pro</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan sistem pada <i>PVsyst 7.4.0</i>	18
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis Ekonomi <i>Homer Pro</i>	19
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	25
Gambar 4.2 Luas atap yang diukur	25
Gambar 4.3 Desain atap PLTS	30
Gambar 4.4 Menu Utama <i>PVsyst</i>	31
Gambar 4.5 Penentuan Orientasi	32
Gambar 4.6 Perancangan Sistem	33
Gambar 4.7 Penentuan Konsumsi Listrik	33
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Karakteristik <i>PV Array</i>	34
Gambar 4.9 Produksi energi dan <i>performance ratio</i>	34
Gambar 4.10 Penurunan Daya PLTS	40
Gambar 4.11 Parameter Ekonomi	42
Gambar 4.12 <i>Advance Grid</i>	43
Gambar 4.13 Rating Modul PV	44

Gambar 4.14 Rating Inverter	44
Gambar 4.15 Hasil Simulasi <i>Homer Pro</i>	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Penjadwalan Aktifitas Penelitian	14
Tabel 4.1 Data Beban Kantor PLN UID Lampung	26
Tabel 4.2 Data Iradiasi Matahari di Kantor PLN UID Lampung	27
Tabel 4.3 Data Temperatur Udara di Kantor PLN UID Lampung	27
Tabel 4.4 Data Spesifikasi Panel Surya <i>JA Solar</i>	29
Tabel 4.5 Data Spesifikasi Inverter PV <i>Sungrow</i>	29
Tabel 4.6 Daya keluaran PLTS dengan faktor degradasi sebesar 0,55%	35
Tabel 4.7 Asumsi finansial	36
Tabel 4.8 Biaya Investasi Awal	38
Tabel 4.9 Arus kas masuk dan keluar	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik akan terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, perkembangan ekonomi dan infrastruktur, Di Indonesia, Sebagian besar sumber daya alam yang dimanfaatkan untuk proses pembangkitan listrik berasal dari fosil seperti batubara dan minyak bumi. Hal tersebut akan berdampak buruk pada ketersediaan fosil, kesehatan manusia dan lingkungan. Menyikapi hal tersebut, Pemerintah Indonesia mengeluarkan rencana usaha penyediaan tenaga listrik (RUPTL) periode 2021-2030 sebagai panduan manajemen energi nasional. Peraturan ini ditetapkan untuk menyelesaikan tantangan dan masalah kebutuhan energi dengan memanfaatkan sumber energi baru terbarukan (EBT) dan upaya terkait target bauran energi dari EBT minimal sebesar 23% pada tahun 2025.

Energi surya merupakan salah satu alternatif energi terbarukan yang cukup menjanjikan karena Indonesia adalah negara tropis yang secara geografis berada tepat di garis khatulistiwa sehingga memberikan potensi besar dalam hal pemanfaatan energi matahari. Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar sekitar 112.000 GWp dan mempunyai tingkat radiasi matahari rata-rata yang relatif tinggi yaitu sebesar 4,8 kWh/m²/hari. Khususnya pada Provinsi Lampung mempunyai tingkat radiasi matahari rata-rata sebesar 4,43 kWh/m² /hari[1].

Berdasarkan penelitian terdahulu yang berjudul “Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar” Oleh I.P.G.Riawan , I.N.S. Kumara dan W.G. Ariastina. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil simulasi untuk produksi pembangkit listrik tenaga surya atap 1kW di Desa Batuan, Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar dengan menggunakan perangkat lunak *PVSyst*. Melalui simulasi tersebut dapat

diketahui daya listrik yang dihasilkan oleh PLTS dan kelayakannya dari segi ekonomi[2]. Sehingga dari penelitian tersebut memunculkan ide untuk mengimplementasikan perancangan PLTS tersebut pada kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi (UID) Lampung dengan menggunakan *PVsyst 7.4.0* dan *software Homer Pro 3.14.2* untuk analisis ekonominya.

Perancangan sistem PLTS pada atap PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi (UID) Lampung yaitu salah satu strategi untuk mengurangi pemakaian listrik dari pembangkit listrik tak terbarukan dan mendukung pemerintah dalam meningkatkan penggunaan energi baru terbarukan (EBT). Pada perancangan sistem PLTS ini, akan diperhitungkan aspek teknis dan aspek ekonomisnya. Metode perhitungan aspek ekonomi yang digunakan adalah *Net Present Value (NPV)* dan *Discounted Payback Period (DPP)* untuk meninjau kelayakan investasi pembangunan PLTS dan Periode pengembalian biaya investasinya.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem PLTS *on grid* pada atap PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung.
2. Menganalisis potensi energi yang dapat dihasilkan PLTS di PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung.
3. Menganalisis kelayakan pembangunan PLTS berdasarkan aspek teknis dan ekonomis pada Atap PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan PLTS *on grid* pada atap PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung?

2. Bagaimana potensi energi yang dapat dihasilkan PLTS di PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung?
3. Bagaimana menganalisis kelayakan pembangunan PLTS pada Atap PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung berdasarkan aspek teknis dan ekonomisnya?

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi yang dijadikan objek penelitian adalah di kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung.
2. Kapasitas PLTS yang dirancang menyesuaikan luas atap kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung.
3. Rancangan dari PLTS atap di kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung membahas desain teknis dengan sistem *on grid*.
4. Pengujian performa dari PLTS atap dengan sistem *on grid* di kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung dilakukan menggunakan simulasi *software PVsyst*.
5. Penelitian ini tidak membahas cara kerja rangkaian komponen yang dipakai.
6. Analisis kelayakan investasi dari pembangunan PLTS atap di kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung menggunakan perhitungan *Net Present Value* (NPV) dan *Discounted Payback Period* (DPP) dan *Software Homer Pro*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi referensi dalam pembangunan PLTS *on grid* di PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung.
2. Mendapatkan hasil potensi energi yang dapat dihasilkan oleh sistem PLTS dari rancangan desain.

3. Menjadi bahan kajian untuk penelitian yang berkaitan dengan perancangan PLTS.
4. Mendapatkan Pengalaman Serta Pembelajaran Penting Bagi Penulis Mengenai Perancangan PLTS *on grid*.

1.6 Hipotesis

Analisis Perancangan PLTS Atap *On grid* di di PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung akan membantu dalam menentukan kelayakan ekonomis dan teknis dari instalasi PLTS *on grid* di atap dan Perangkat lunak PVsyst 7.4 digunakan untuk mempermudah simulasi dan Analisa dalam perancangan sistem PLTS serta *software Homer Pro 3.14.2* untuk analisis ekonominya.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, tujuan penelitian, Rumusan Masalah, Batasan masalah, Manfaat Penelitian, Hipotesis dan Sistematika Penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memaparkan teori pendukung dan referensi materi yang didapatkan dari berbagai sumber yang digunakan untuk penulisan laporan tugas akhir ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memaparkan waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, metode penelitian dan pelaksanaan dalam pengerjaan tugas akhir.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menganalisa dan menjelaskan hasil data dari perhitungan dan analisis sebagai pembahasan penelitian ini.

BAB V. PENUTUP

Pada bab ini memaparkan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya yang didasarkan pada hasil dan pembahasan yang telah dilakukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Berikut merupakan beberapa sumber referensi terkait topik penelitian yang diambil, referensi tersebut adalah berasal dari jurnal atau penelitian sebelumnya seperti penelitian berikut yang berjudul "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Rooftop Kantor PT Bali Cukup Mandiri" Oleh I Made Sankhya Pranata Adigun, I Nyoman Setiawan dan I. A. Dwi Giriantari. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan pembangkit listrik tenaga fotovoltaik atap. Untuk menentukan desain dan jumlah modul fotovoltaik yang akan dipasang di atap, desain dan lokasi disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak Helioscope, dan simulasi *Hybrid Optimisation Model For Electric Renewable* (HOMER) digunakan untuk menghitung investasi dan keekonomian PLTS[3].

Serta penelitian yang berjudul "Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar" Oleh I.P.G.Riawan , I.N.S. Kumara dan W.G. Ariastina. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil simulasi untuk produksi pembangkit listrik tenaga surya atap 1kW di Desa Batuan, Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar dengan menggunakan perangkat lunak *PVSyst*. Melalui simulasi tersebut dapat diketahui daya listrik yang dihasilkan oleh PLTS dan kelayakannya dari segi ekonomi[1].

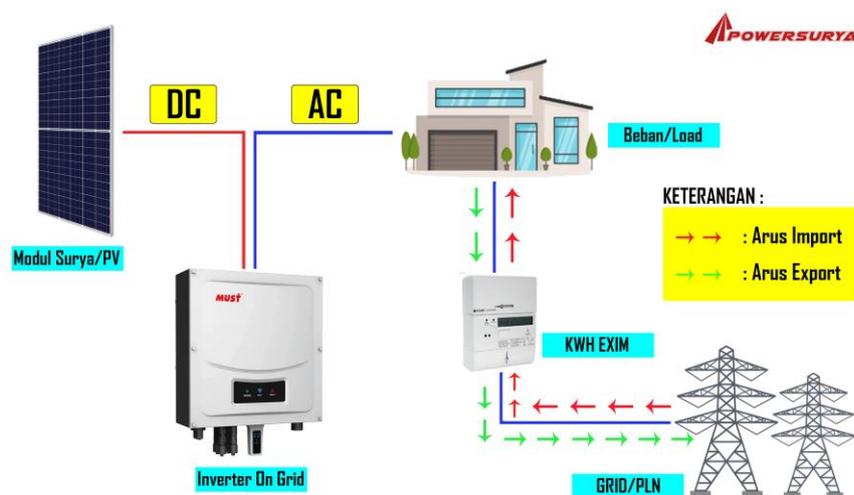
Sehingga pada penelitian kali ini saya mengimplementasikan perancangan PLTS tersebut pada kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi (UID) Lampung dengan menggunakan *PVsyst 7.4.0* dan menambahkan dengan *software Homer Pro 3.14.2* untuk analisis ekonominya.

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) termasuk dalam salah satu sumber energi baru dan terbarukan. PLTS memanfaatkan sumber radiasi matahari dalam bentuk cahaya matahari untuk diubah menjadi energi listrik[1]. Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS bergantung pada beberapa faktor, yaitu besar iradiasi matahari yang diterima oleh modul fotovoltaik, suhu sekitar modul, dan ada tidaknya shading atau bayangan yang mengenai modul. Sistem PLTS dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis. Berdasarkan aplikasi dan konfigurasinya, secara umum PLTS dapat dibagi menjadi tiga yaitu sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan (*on-grid PV system*), sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan (*off-grid PV system*) dan sistem PLTS yang terhubung dengan pembangkit lain (*Hybrid PV system*)[2].

2.2.1 Sistem PLTS On Grid

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on-grid* adalah jenis sistem yang terhubung langsung ke jaringan listrik utama. Sistem ini terhubung ke jaringan PLN dengan mengoptimalkan penggunaan energi matahari melalui modul surya atau modul fotovoltaik yang menghasilkan listrik sebesar mungkin[5].



Gambar 2.1 Sistem PLTS *On Grid* (Sumber: <https://www.powersurya.co.id/plts-ongrid>)

Pada sistem PLTS yang terhubung ke jaringan, bangunan dipasok dengan dua sumber daya. Yang pertama berasal dari sumber tegangan listrik PLN dan yang kedua dari sistem PLTS yang digunakan. Keuntungan utama dari sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan adalah sistem ini tetap terhubung ke jaringan listrik, sehingga dapat memanfaatkan energi matahari dan mengurangi tagihan listrik[4].

2.2.2 Sistem PLTS *Off Grid*

Sistem Pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* adalah sistem yang beroperasi secara independen atau terputus dari jaringan listrik umum dan menggunakan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi. Dengan kata lain, sistem tenaga surya *off-grid* tidak terhubung ke pemasok listrik utama dan tidak bergantung pada jaringan listrik untuk suplai energinya. Energi listrik yang dihasilkan oleh tenaga surya *off-grid* dapat digunakan langsung oleh beban, tetapi jika ada kelebihan energi, maka dapat disimpan dalam baterai. Energi yang tersimpan digunakan sebagai cadangan dan digunakan pada malam hari. Karena kebutuhan akan sarana penyimpanan, semua sistem panel surya *off-grid* selalu dilengkapi dengan baterai[1].

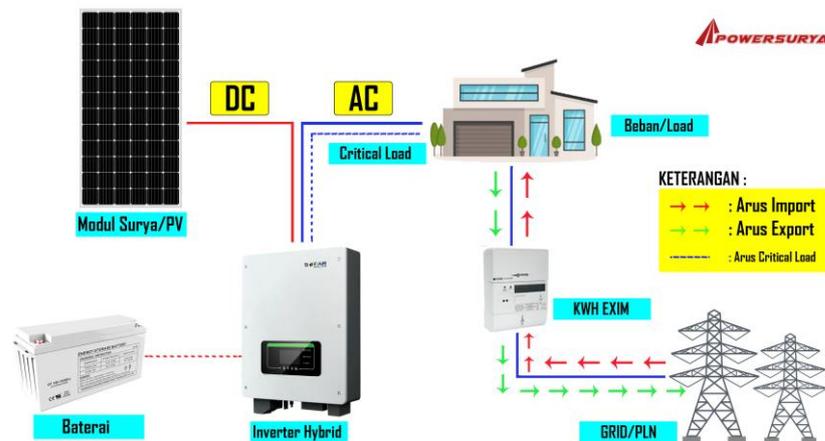


Gambar 2.2 Sistem PLTS *Off Grid* (Sumber:

<https://sandiinverter.com/offgrid.html>)

2.2.2 Sistem PLTS *Hybrid*

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* menggabungkan dua atau lebih sumber energi yang berbeda untuk menghasilkan listrik. Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid*, biasanya menggabungkan panel surya dengan satu atau lebih sumber energi lain, seperti baterai, generator diesel, tenaga angin, atau sumber energi terbarukan lainnya. Tujuan utama sistem ini adalah untuk meningkatkan ketersediaan listrik, mengurangi ketergantungan pada satu sumber energi, dan meningkatkan efisiensi.



Gambar 2.3 Sistem PLTS *Hybrid* (Sumber: <https://www.powersurya.co.id/plts-hybrid>)

2.3 Komponen Utama PLTS

2.3.1 Panel Surya

Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor yang disusun untuk memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan energi listrik. Modul surya adalah kumpulan dari beberapa sel surya, dan panel surya adalah kumpulan dari beberapa modul surya. Sel surya adalah perangkat semikonduktor yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip fotovoltaik. Selama proses instalasi, modul surya dihubungkan secara seri untuk membentuk sirkuit, dan kemudian dihubungkan secara paralel untuk membentuk *array*. Terdapat beberapa jenis panel surya yang berbeda, masing-masing dengan karakteristik dan

keunggulannya sendiri. Berikut adalah beberapa jenis panel surya yang umum digunakan:

2.3.1.1 Monokristal (*Mono-crystalline*)

Modul surya monokristal memiliki efisiensi tertinggi dibandingkan jenis lainnya. Efisiensi modul berkisar antara 15-20%, dan karena efisiensinya yang tinggi, modul jenis ini adalah yang paling mahal. Karena efisiensinya yang tinggi, modul jenis ini menghemat lahan yang seharusnya digunakan untuk memasang sistem tenaga surya. Modul-modul ini terbuat dari kristal monokristalin dan berkembang menjadi bentuk kolom[3].



Gambar 2.4 PV jenis monokristal (Sumber: <https://id.dsnsolar.com/solar-panel/mono-solar-panel>)

Keuntungan dari modul monokristalin adalah bahwa modul ini memiliki efisiensi tertinggi dan umur terpanjang dibandingkan dengan jenis modul surya lainnya, yang dapat bertahan hingga 25 tahun. Namun, kerugian dari modul monokristalin adalah modul ini merupakan jenis modul PV yang paling mahal dan tingkat kinerjanya cenderung lebih cepat menurun pada suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi standar.

2.3.1.2 Polikristal (*Poly-crystalline*)

Merupakan Panel surya dengan susunan kristal yang acak karena dibuat dengan proses pengecoran. Panel surya ini membutuhkan luas permukaan yang lebih besar daripada jenis monokristalin untuk menghasilkan daya yang sama. Panel surya jenis ini cenderung lebih murah karena efisiensinya

yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis monokristalin. Modul surya polikristalin memiliki efisiensi berkisar antara 13% - 16% [4].



Gambar 2.5 PV jenis polikristal (Sumber: <https://suryapanelindonesia.com>)

2.3.1.3 Thin Film Solar Cell (TFSC)

Jenis sel surya ini diproduksi dengan menambahkan satu atau lebih bahan sel surya tipis ke lapisan dasar. Karena jenis sel surya ini sangat tipis, ia sangat ringan dan fleksibel [3]. Jenis ini juga dikenal sebagai TFPV (*Thin Film Photovoltaic*).

2.3.2 Inverter

Inverter adalah suatu alat yang berfungsi mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Pada PLTS, inverter berfungsi sebagai pengkondisi daya (*power conditioning*) dan sistem kontrol yang mengubah arus searah yang dihasilkan oleh modul surya menjadi listrik arus bolak-balik, mengontrol kualitas daya yang akan dikirim ke beban atau jaringan listrik. Ada dua jenis sistem inverter pada PLTS: inverter satu fasa untuk *solar home system* (SHS) dengan beban kecil, dan inverter tiga fasa untuk sistem PLTS besar yang terhubung ke jaringan PLN [6].



Gambar 2.6 Inverter PV (Sumber: <https://suryapanelindonesia.com>)

2.3.3 kWh EXIM

kWh EXIM adalah meteran khusus yang dipasang oleh PLN untuk pelanggan PLN yang memiliki sistem PLTS baik yang tersambung ke jaringan maupun yang tidak tersambung ke jaringan. Meteran EXIM memungkinkan pelanggan untuk mengekspor kelebihan listrik yang dihasilkan oleh PLTS mereka. Meteran ini berfungsi untuk mengukur arus yang masuk dari jaringan PLN ke konsumen dan arus yang keluar dari sistem PLTS atap ke jaringan PLN. Meteran ekspor juga memiliki beberapa fungsi yang memungkinkan pemilik rumah untuk melihat jumlah listrik yang digunakan, jumlah listrik yang diekspor, jumlah listrik yang diimpor, dan informasi lainnya. Setiap akhir bulan, PLN menghitung tagihan listrik konsumen berdasarkan angka-angka yang ditunjukkan pada kWh meter ekspor.



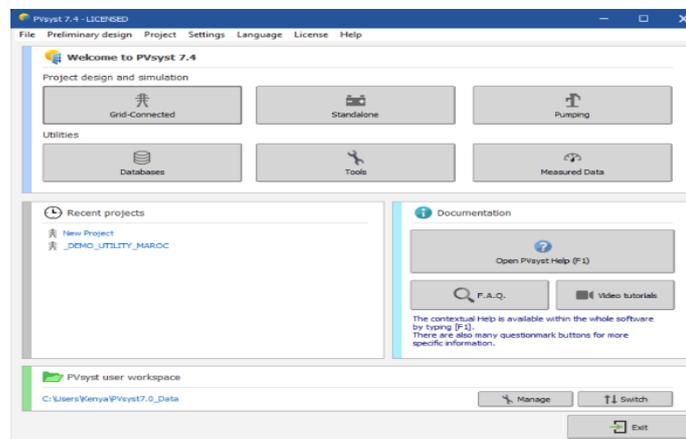
Gambar 2.7 kWh EXIM (Sumber: <https://www.edmi-meters.com>)

2.4 PLTS Atap

Pembangkit listrik tenaga surya atap adalah proses pembangkitan listrik dengan menggunakan modul fotovoltaik yang dipasang di atap, dinding, atau bagian lain dari bangunan milik pelanggan PLN[7]. PLTS atap dimaksudkan untuk meminimalkan area yang dibutuhkan untuk memasang panel surya, yang akan membutuhkan area yang sangat luas jika dipasang di tanah. PLTS atap juga dapat memfasilitasi distribusi daya ketika sebuah bangunan ingin terhubung ke jaringan listrik[9].

2.6 Perangkat Lunak PVsyst

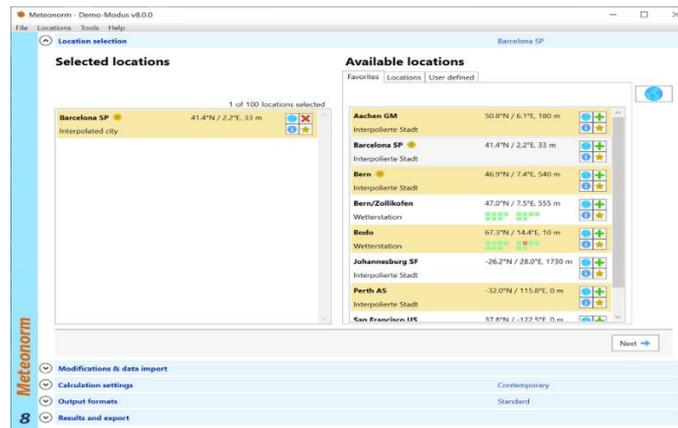
PVsyst adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melatih, mengukur, dan menganalisis data dari sistem fotovoltaik yang lengkap. Dikembangkan di *University of Geneva*, *PVsyst* menyediakan kemampuan simulasi untuk system *on-grid*, sistem *off-grid*, sistem pemompaan, dan jaringan arus searah untuk transportasi umum. *PVsyst* juga menyediakan basis data yang luas dan beragam dari sumber data meteorologi dan data komponen fotovoltaik[8]. Beberapa contoh sumber data meteorologi yang tersedia untuk *PVsyst* adalah dari *MeteoNorm V7.1* (interpolasi 1960-1990 atau 1981-2000) NASA-SSE (1983-2005).



Gambar 2.8 Perangkat Lunak *PVsyst* (Sumber: *PVsyst*)

2.7 Perangkat Lunak Meteonorm

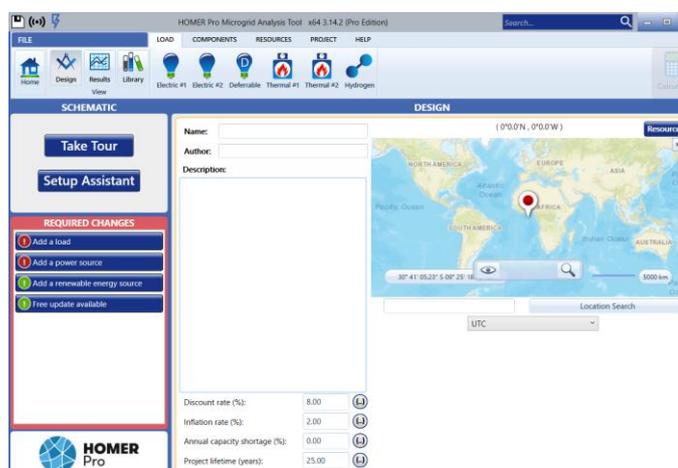
Meteonorm adalah basis data meteorologi yang berisi data iklim untuk semua lokasi di dunia, yang merupakan hasil pemrosesan data jangka panjang. Tergantung pada pengaturan pengguna, ini mewakili tahun rata-rata periode iklim. Meteonorm adalah program komputer untuk menghitung data iklim. Meteonorm adalah sumber data untuk program simulasi rekayasa aplikasi pasif, aktif dan fotovoltaik untuk energi surya[13].



Gambar 2.9 Tampilan Perangkat Lunak Meteonorm (Sumber : <https://meteonorm.com/en/>)

2.8 Perangkat Lunak *Homer Pro*

Perangkat lunak *Homer Pro* digunakan untuk mengoptimalkan model sistem pembangkit listrik kecil (daya mikro) dan memungkinkan evaluasi yang mudah terhadap desain sistem pembangkit listrik untuk berbagai jenis pembangkit listrik kecil, dengan atau tanpa koneksi jaringan listrik. Perangkat lunak ini melakukan perhitungan keseimbangan energi selama satu tahun untuk setiap konfigurasi sistem yang diperiksa. Perangkat lunak ini menentukan konfigurasi yang layak dan menghitung apakah konfigurasi tersebut dapat memenuhi permintaan daya di bawah kondisi yang ditentukan dan perkiraan biaya pemasangan dan pengoperasian sistem selama masa proyek. Sistem ini menghitung biaya seperti biaya modal, biaya penggantian, dan biaya operasi dan pemeliharaan[4].



Gambar 2.10 Tampilan *Homer Pro* (Sumber : *Homer Pro*)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dan PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung. Sedangkan waktu penelitian tugas akhir ini dimulai dari bulan Oktober 2023 sampai dengan bulan April 2024.

Tabel 3.1 Penjadwalan Aktifitas Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu / Bulan						
		Okt 2023	Nov 2023	Des 2023	Jan 2024	Feb 2024	Mar 2024	Apr 2024
1.	Studi Literatur							
2.	Seminar Proposal							
3.	Perancangan Sistem PLTS							
4.	Penulisan laporan, Analisa data dan pembahasan							
5.	Seminar Hasil							
6.	Perbaikan Laporan							
7.	Komprehensif							

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop
2. Perangkat lunak *PVsyst 7.4.0*
3. Perangkat lunak *Homer Pro 3.14.2*
4. Data radiasi matahari dan temperatur
5. Data spesifikasi komponen
6. Data beban
7. Perangkat Lunak *Meteonorm*

3.3 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Pada tahapan ini, penulis mempelajari dan mengumpulkan literatur terkait sistem PLTS atap dan perangkat lunak *PVsyst* dan *Homer Pro*. Literatur yang menjadi referensi tersebut berasal dari beberapa sumber seperti buku, jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu.

2. Lokasi Penelitian

Pada Penelitian ini dilakukan Perancangan pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem *On Grid* Pada Kantor PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi (UID) Lampung yang berada di Jl. ZA. Pagar Alam No.5, Rajabasa, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35144.

3. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, penulis mengumpulkan data beban atau data konsumsi energi listrik, data iridiasi matahari dan data temperatur di Gedung kantor PT PLN (Persero) UID Lampung.

4. Perhitungan Berdasarkan Teori

Pada tahapan ini, penulis melakukan perhitungan daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya berdasarkan data beban atau data konsumsi energi listrik, data

irradiasi matahari dan data temperatur di Gedung kantor PT PLN (Persero) UID Lampung.

5. Analisis Teknis dan Simulasi PLTS dengan perangkat lunak *PVsys*

Pada tahapan ini, penulis melakukan analisis teknis yang mengacu pada sebesar apakah kapasitas PLTS yang akan dirancang, menentukan spesifikasi komponen yang digunakan, dan daya yang dapat dihasilkan PLTS tersebut. Serta melakukan perancangan sistem PLTS berdasarkan data teknis bangunan dan melakukan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak *PVsys 7.2* untuk menghitung potensi daya yang dapat dihasilkan pada atap kantor PT PLN (Persero) UID Lampung.

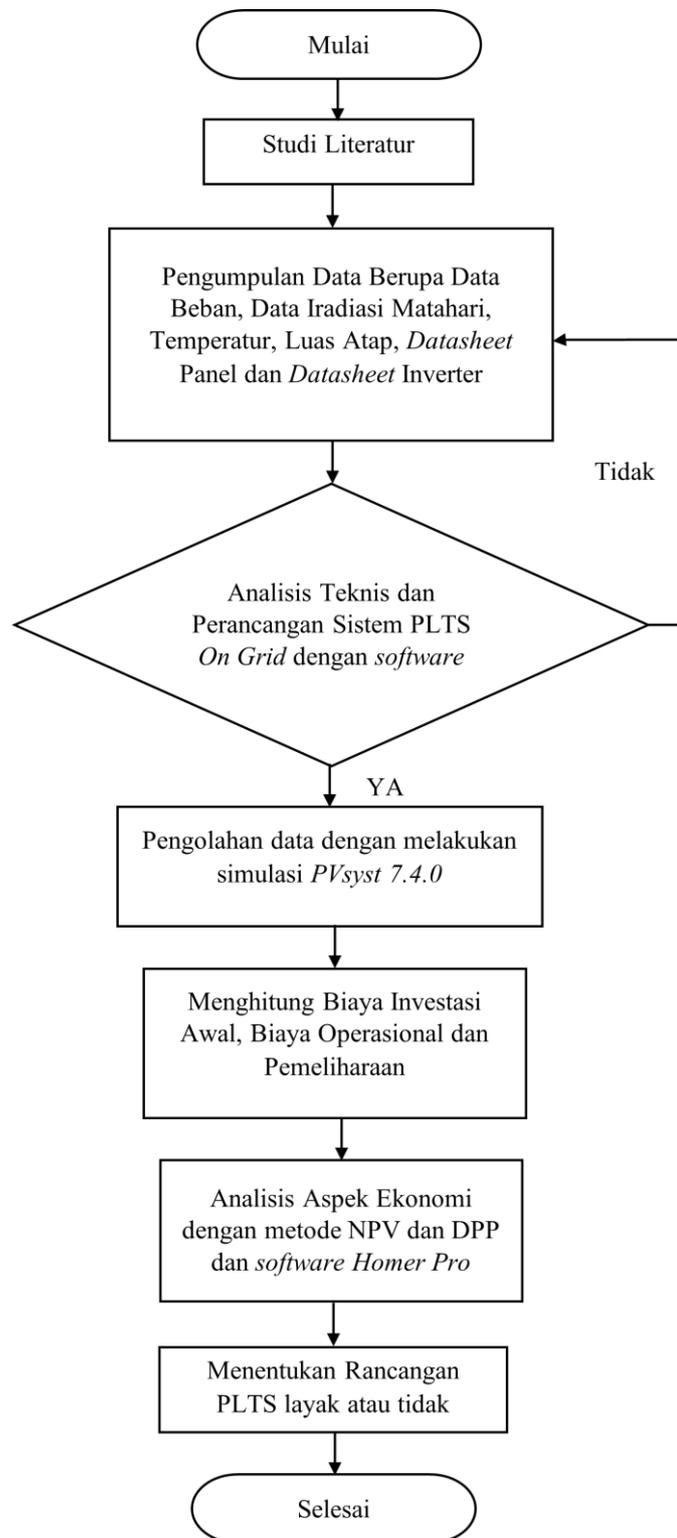
6. Analisis Ekonomi dengan perhitungan dan perangkat lunak *Homer Pro*

Pada tahapan ini, penulis menganalisis biaya yang diinvestasikan dalam pembangunan PLTS apakah menguntungkan atau merugikan, serta menentukan periode pengembalian investasi. Metode analisis yang digunakan antara lain adalah metode *Net Present Value* (NPV) dan Metode *Discounted Payback Period* (DPP) dan perangkat lunak *Homer Pro* sebagai pembanding

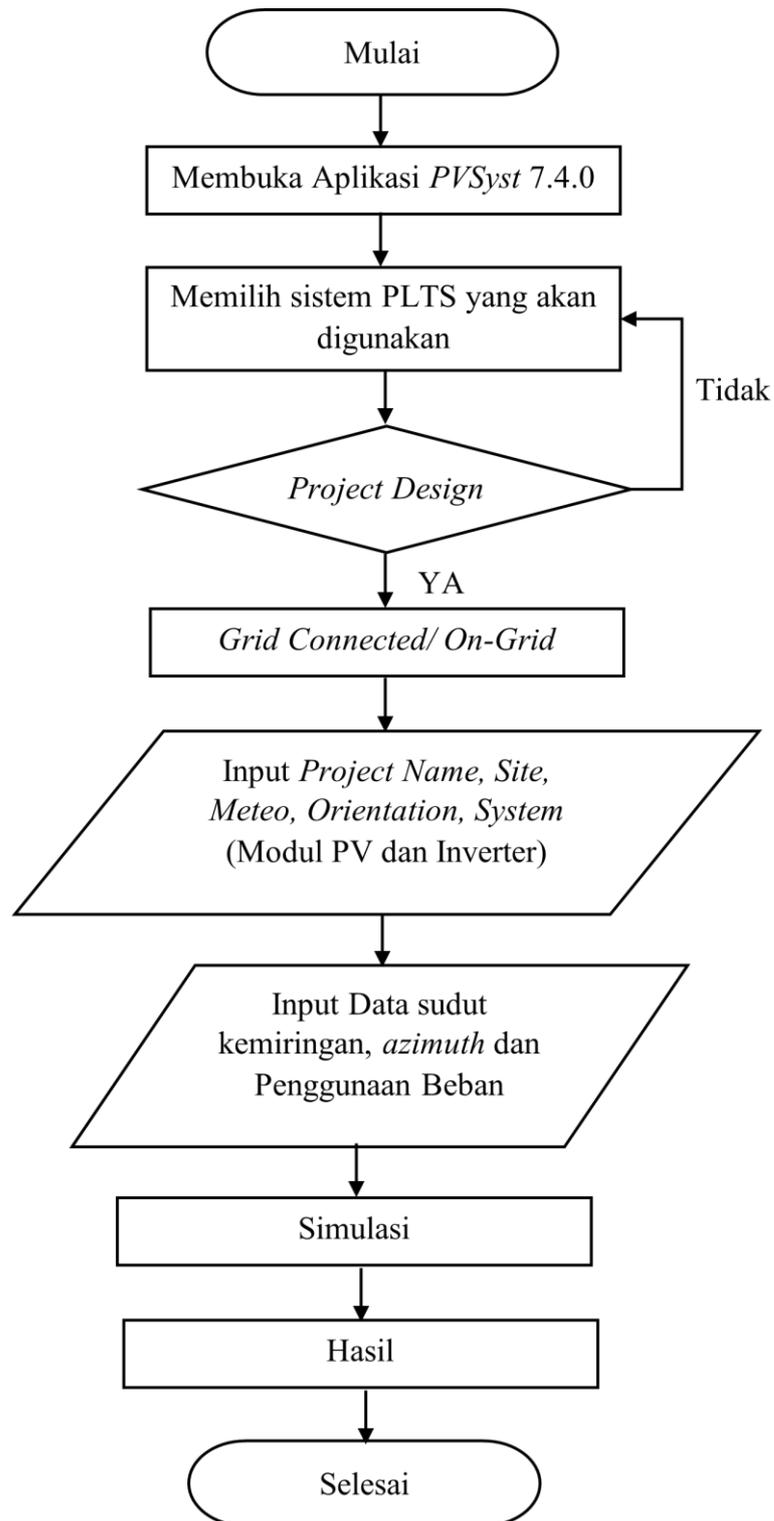
7. Penulisan Laporan

Pada tahapan ini, penulis menyajikan hasil penelitian dalam bentuk laporan akhir. Hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi apakah investasi pembangunan PLTS atap *on grid* di PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung layak atau tidak untuk dilakukan. Laporan ini digunakan sebagai bentuk tanggungjawab penulis terhadap tugas akhir yang telah dilakukan dan digunakan untuk melakukan seminar akhir.

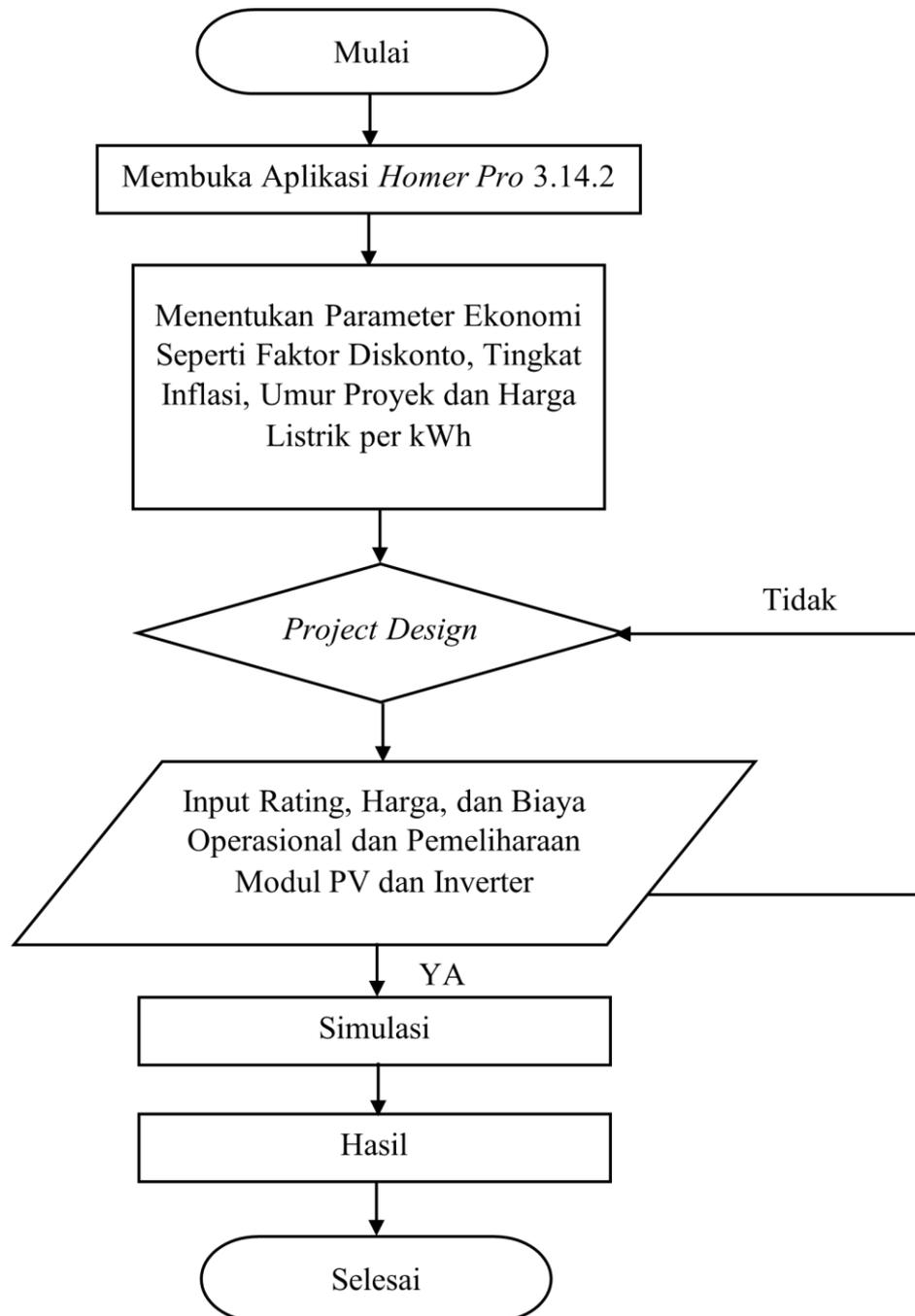
3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan sistem pada PVsyst 7.4.0



Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis Ekonomi *Homer Pro*

3.5 Aspek Teknis

Analisis teknis menentukan kapasitas pembangkit listrik tenaga surya yang akan dirancang, spesifikasi komponen yang digunakan, orientasi panel surya, dan daya yang dapat dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya. Daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk radiasi matahari yang terdapat di lokasi PLTS, kemiringan dan arah dari panel surya, ada tidaknya sinar matahari, temperatur wilayah di lokasi PLTS dan kinerja teknis komponen yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga surya. Beberapa perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.5.1 Menghitung Rata-rata Waktu Penyinaran Matahari

Waktu Penyinaran Matahari dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PSH = \frac{GHI}{GSTC \times 365} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

PSH = Peak Sun Hour (Jam)

GHI = Global Horizontal Irradiance (KWh/m²)

$GSTC$ = Global Horizontal Irradiance dalam STC (1000 W/m²)

3.5.2 Menghitung Area Array (PV Area)

Area array (PV Area) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{AV} \times \eta_{PV} \times TCF \times \eta_{Out}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

E_L = Pemakaian energi (kWh/hari)

G_{AV} = Isolasi harian matahari rata-rata (kWh/m²/hari)

η_{PV} = Efisiensi panel surya

η_{Out} = Efisiensi inverter

TCF = Temperature modul STC (25°C)

3.5.3 Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS (*Watt peak*)

Daya yang Dibangkitkan PLTS (*Watt peak*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{watt\ peak} = \text{Area array} \times \text{PSI} \times \eta_{PV} \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

Area array = Luas area array (m²)

PSI = Peak sun insolation (1000 W/m²)

η_{PV} = Efisiensi panel surya

3.5.4 Menghitung Jumlah Panel Surya

Jumlah Panel Surya dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{P_{watt\ peak}}{P_{MPP}} \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

$P_{watt\ peak}$ = Daya maksimal PLTS (Wp)

P_{MPP} = Daya maksimal per modul panel surya (Wp)

3.5.5 Pemilihan Inverter

Pada pemilihan inverter, diupayakan kapasitas kerja dari inverternya menyesuaikan kapasitas daya yang dibutuhkan. Hal ini agar efisiensi kerja inverter menjadi maksimal.

3.5.6 Konfigurasi Modul PV

Konfigurasi Modul PV dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Minimal modul seri per string} = \frac{V_{min\ inv}}{V_{oc\ Panel}} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\text{Maksimal modul seri per string} = \frac{V_{max\ inv}}{V_{mp\ Panel}} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\text{Jumlah String} = \frac{\text{Jumlah Panel}}{\text{Jumlah panel seri per string}} \dots \dots \dots (3.7)$$

3.6 Aspek Ekonomi

Secara umum, analisis ekonomi teknik adalah analisis ekonomi dari sebuah investasi teknik yang mengevaluasi kelayakan proposal investasi teknologi dengan melakukan studi terhadap alternatif-alternatif yang dianggap paling menguntungkan. Sehingga, Setelah dilakukan perancangan sistem PLTS dan dilakukan simulasi untuk mengetahui potensinya maka akan dilakukan perhitungan dari aspek ekonomisnya untuk menentukan apakah rancangan yang dibuat layak atau tidaknya untuk dibangun. Beberapa perhitungan aspek ekonomis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.6.1 Investasi Awal

Yang termasuk kedalam biaya investasi awal PLTS Atap On grid di PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi (UID) Lampung adalah biaya komponen sistem PLTS, biaya instalasi dan pemasangan. Yang termasuk kedalam komponen biaya sistem PLTS adalah pembelian panel dan inverter. Biaya instalasi dan pemasangan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [17].

$$\text{Instalasi dan Pemasangan} = 20\% \times \text{Biaya Komponen} \dots\dots\dots(3.8)$$

3.6.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional dan pemeliharaan untuk pekerjaan pembersihan panel surya, biaya pemeliharaan dan pemeriksaan peralatan dan instalasi ditetapkan sebesar 1% dari total investasi awal[12]. Dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$OP = IA \times 1\% \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

OP = Biaya Operasional dan Pemeliharaan

IA = Investasi Awal

3.6.4 *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value (NPV) merupakan Metode ekonomi teknis yang digunakan untuk menghitung selisih antara nilai investasi dan nilai kas bersih di masa depan.

Untuk menghitung nilai kas saat ini, perlu ditentukan tingkat suku bunga yang relevan. Jika selisih antara nilai kas bersih di masa depan dan nilai sekarang dari investasi adalah positif, proyek dinyatakan layak karena kas tunai bersih lebih tinggi dari biaya investasi, yang berarti proyek tersebut menguntungkan. Sebaliknya, jika nilai kas bersih lebih rendah dari nilai investasi, proyek dinilai tidak menguntungkan[10]. Jika $NPV > 0$, maka proyek dinyatakan layak untuk dilaksanakan dan Jika $NPV < 0$, maka proyek dinyatakan tidak layak untuk dilaksanakan. *Net Present Value* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$NPV = \sum_t^n \frac{NCF_t}{(1-i)^t} - II \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

NCF_t = *Net Cash Flow* periode tahun ke1 sampai tahun ke-n

II = Investasi awal (*Initial Investment*)

i = Tingkat diskonto

n = Periode dalam tahun (umur investasi)

Faktor diskonto dapat diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan:

DF = Faktor Diskonto

i = Tingkat diskonto

n = Periode dalam tahun

3.6.5 Discounted Payback Period (DPP)

Discounted Payback period adalah waktu yang diperlukan untuk memulihkan nilai investasi melalui pendapatan yang dihasilkan oleh proyek. DPP dapat ditentukan dengan memperkirakan jumlah tahun yang diperlukan untuk nilai sekarang kumulatif dari arus kas bersih untuk menyamai investasi awal[13]. Berikut beberapa kriteria untuk menentukan apakah proyek yang Anda pertimbangkan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Jika periode DPP lebih pendek dari periode proyek, investasi proyek dianggap layak

2. Jika periode DPP lebih Panjang dari periode proyek, investasi proyek dianggap tidak layak.

DPP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$DPP = Year\ before\ Recovery + \frac{P - KP_{VNCFA}}{ arus\ kas\ bersih} \dots\dots\dots(3.12)$$

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Dengan potensi energi matahari sebesar 4,8 kWh/m² dan luas area 1292 m² di atap kantor PLN UID Lampung dapat menghasilkan daya dari sistem PLTS sebesar 405 MWh/tahun
2. Sistem PLTS yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan listrik kantor PLN UID Lampung sebesar 95,04% dengan rasio performa 85%
3. Berdasarkan analisis ekonomi, saat tidak memperhitungkan faktor degradasi didapatkan nilai NPV positif dengan jangka waktu pengembalian investasi selama 6 tahun 7 bulan, saat memperhitungkan faktor degradasi sebesar 0,55% didapatkan nilai NPV positif dengan jangka waktu pengembalian selama 6 tahun 10 bulan, Sehingga perancangan PLTS dinilai layak dilaksanakan.
4. Berdasarkan Simulasi Homer Pro, didapatkan NPV bernilai positif (NPV>0) sebesar Rp. 2.249.217.000 dan waktu pengembalian investasi selama 4,27 tahun. Sehingga perancangan PLTS layak untuk dilaksanakan.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan data radiasi matahari yang diambil langsung pada tempat penelitian agar lebih tepat dan dapat menggunakan metode analisis ekonomi yang lain untuk menjadi acuan dalam menentukan kelayakan PLTS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kananda, Kiki. "A Studi Awal Potensi Energi Surya Wilayah Lampung." *Journal of Science and Applicative Technology*, vol. 1, no. 2, 26 Dec. 2017, pp. 75-81, doi:[10.35472/281417](https://doi.org/10.35472/281417).
- [2] I. P. G. Riawan, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, "Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar," *Majalah.Ilmiah.Teknologi, Elektro*, vol. 21, no. 1, pp. 63–70, 2022, doi: 10.24843/MITE.2021.v20i02.P09nnnnn.
- [3] I. Made Sankhya Pranata Adiguna, I. Nyoman Setiawan, and I. Dwi Giriantari, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA ROOFTOP KANTOR PT BALI CUKUP MANDIRI," 2023.
- [4] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, "ANALISIS EKONOMI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO.," 2019
- [5] I. Octopianus Silaban, I. Nyoman Satya Kumara, and I. Nyoman Setiawan, "PERANCANGAN PLTS ATAP PADA GEDUNG KANTOR BUPATI TAPANULI UTARA DENGAN ARSITEKTUR RUMAH ADAT BATAK TOBA," Jun. 2021.
- [6] K. YONATA, "ANALISIS TEKNO-EKONOMI TERHADAP DESAIN SISTEM PLTS PADA BANGUNAN KOMERSIAL DI SURABAYA, INDONESIA," 2017.
- [7] I. A. KURNIAWAN, "ANALISA POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SEBAGAI PEMANFAATAN LAHAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) PAITON," 2016.
- [8] R. Rezky Ramadhana, M. M. Iqbal, A. Hafid, and J. Teknik Elektro, "ANALISIS PLTS ON GRID," vol. 14, no. 1, 2022.

- [9] K. Yakin and A. Rajagukguk, “DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TIPE ROOFTOP ON GRID-SYSTEM PADA GEDUNG LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS RIAU,” Jul. 2020.
- [10] M. A. Situmorang, I. N. Setiawan, and I. A. D. Giriantari, “PERANCANGAN PLTS ATAP GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS UDAYANA,” *SPEKTRUM*, vol. 9, no. 2, pp. 89–100, 2022.
- [11] E. A. Karuniawan, “Analisis Perangkat Lunak PVSYSY, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 100, Oct. 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.001.
- [12] I. Gede Agus Januar Ariawan, I. Ayu Dwi Giriantari, I. Wayan Sukerayasa, J. Raya Kampus Unud Jimbaran, K. Kuta Sel, and K. Badung, “PERANCANGAN PLTS ATAP DI GEDUNG GRAHA SEWAKA DHARMA,” 2021.
- [13] M. Alvin Ridho and B. Winardi dan Agung Nugroho, “ANALISIS POTENSI DAN UNJUK KERJA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYSY 6.43,” 2018.
- [14] WIDARJI, & CANNY, V. S. “Objektivitas Target Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari GBCI dan ASEAN-USAID pada Bangunan Hotel di Indonesia”, 2017
- [15] Husain, I.A. “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Pada Kantor Dinas Pendidikan Kabupaten Gowa Sebagai Energi Alternatif”, 2020.
- [16] M. Aghaei, A. Fairbrother, A. Gok, S. Ahmad, S. Kazim, K. Lobato, G. Oreski, A. Reinders, J. Schmitz, M. Theelen, P. Yilmaz, J. Kettle “*Review of degradation and failure phenomena in photovoltaic modules, Renewable and Sustainable Energy Reviews*”, Volume 159, 2022.
- [17] Sihotang, G. H., Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop di Hotel Kini Pontianak. Journal Untan. 2019

- [18] I. Putu *et al.*, “SURVEI BIAYA INVESTASI AWAL PLTS ATAP DI INDONESIA TAHUN 2022,” 2022.
- [19] S. Antunes, J. Paulo, A. F. Fernandes, A. Marques “ The impact of aging of solar cells on the performance of photovoltaic panels” *Energy Conversion and Management: X*, Volume 10, 2021.
- [20] Y. . Kariongan and J. Joni, “Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika”, *jptam*, vol. 6, no. 1, pp. 3763–3773, Mar. 2022.