

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PADA ATAP GEDUNG WISTI SABHA BANDAR UDARA INTERNASIONAL I GUSTI NGURAH RAI

Gede Purna Suartawan¹, I. A. Dwi Giriantari², I Wayan Sukerayasa², Wayan Gede Ariastina², I Nyoman Setiawan², I Nyoman Satya Kumara

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, Bali

suartawan.psg@gmail.com¹, dayu.giriantari@unud.ac.id², sukerayasa@unud.ac.id², w.ariastina@unud.ac.id², setiawan@unud.ac.id², satya.kumara@unud.ac.id²

ABSTRAK

Kapasitas PLTS terpasang di Bali saat ini masih 3,44% dari target yang diberikan oleh Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) sebesar 108 MWp pada tahun 2025. Pulau Bali memiliki ketersediaan lahan yang sempit sehingga PLTS atap menjadi solusi. Perancangan PLTS atap dilakukan pada atap Gedung Wisti Sabha Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai. Penelitian menggunakan *software* simulasi PVSyst sedangkan metode kelayakan investasi menggunakan metode *Benefit-Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* dan *discounted payback period* (DPP). Berdasarkan hasil simulasi diperoleh kapasitas PLTS atap sebesar 56,6 kWp dengan produksi energi 98009 kWh/tahun. Nilai B-CR yang diperoleh sebesar 2,23, nilai *net present value* sebesar Rp707.436.838,55 dan DPP selama 7 tahun, dengan umur sistem PLTS atap selama 25 tahun.

Kata kunci : Bandar Udara, Lahan Sempit, PLTS Atap, Perancangan, Pvsyst.

ABSTRACT

The installed PLTS capacity in Bali is currently still 3.44% of the target given by the General National Energy Plan (RUEN) of 108 MWp in 2025. The island of Bali has limited land availability so rooftop PLTS is a solution. The design of the rooftop PLTS was carried out on the roof of the Wisti Sabha Building at I Gusti Ngurah Rai International Airport. The research uses PVSyst simulation software while the investment feasibility method uses the Benefit-Cost Ratio (BCR), Net Present Value and discounted payback period (DPP) methods. Based on the simulation results, the rooftop PLTS capacity is 56.6 kWp with energy production of 98,009 kWh/year. The B-CR value obtained is 2.23, the net present value is IDR 707,436,838.55 and the DPP is 7 years, with a rooftop solar system life of 25 years.

Keywords: Airport, Narrow Land, Rooftop PLTS, Design, Pvsyst.

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Provinsi Bali membuat kebijakan yang membahas penggunaan energi terbarukan melalui Pergub No. 45 Tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih [1]. Berdasarkan letak geografis pada wilayah tropis yang kaya akan energi surya sehingga potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Bali sangat besar. Pemasangan PLTS harus terus

digencarkan demi tercapainya target Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) sebesar 108 MWp pada tahun 2025 [2]. Dengan wilayah Pulau Bali relatif kecil maka dapat memaksimalkan pemasangan PLTS atap. Sebagai salah satu wajah Bali, Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai dapat dijadikan contoh pemanfaatan PLTS atap, sehingga perancangan PLTS dilakukan pada atap Gedung Wisti Sabha.

Potensi pemanfaatan energi surya pada bandar udara sangat besar, karena umumnya bandar udara memiliki luas lahan yang besar dengan area yang terbuka. Bandar udara merupakan pengguna energi listrik yang besar, sehingga dengan memanfaatkan energi surya dapat dilakukan penghematan biaya energi, pemanfaatan lahan yang efisien serta terciptanya kemandirian energi. Seperti pada Bandar Udara Internasional Cochin di India yang seluruh kebutuhan energi listriknya sudah memanfaatkan energi surya melalui pemasangan PLTS [3], dan di Indonesia Bandar Udara Soekarno-Hatta juga menggunakan PLTS untuk menyuplai sebagian kebutuhan energi listriknya [4].

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya yang membahas tentang perancangan PLTS atap. Peneliti melakukan 2 skenario pada perancangan PLTS dengan menggunakan *software PVSyst* dalam menjalankan simulasi yang kemudian dia analisis dengan metode kelayakan investasi [5]. Namun dalam pemasangan PLTS pada bandar udara perlu memperhatikan keselamatan dan keamanan penerbangan. Penelitian yang dilakukan membahas mengenai risiko pemasangan PLTS di bandar udara terhadap keamanan dan keselamatan penerbangan. Risiko tertinggi pemasangan PLTS adalah adanya silau dari modul surya dan gangguan pada sistem komunikasi. Dijelaskan bahwa sebelum pemasangan PLTS perlu dilakukan pencegahan akibat silau modul surya dengan pemilihan lokasi yang layak. Gangguan terhadap sistem keamanan penerbangan dilakukan dengan memenuhi jarak aman sistem PLTS dengan fasilitas komunikasi, navigasi, dan pengawasan [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi serta kelayakan investasi pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Atap Gedung Wasti Sabha Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai. Perancangan PLTS atap dilakukan melalui simulasi pada *software PVSyst*, hasil simulasi berupa daya listrik

yang dapat dibangkitkan oleh PLTS atap. Analisis ekonomi dan kelayakan investasi dalam pembangunan PLTS atap menggunakan metode *Benefit-Cost Ratio (BCR)*, *Net Present Value* dan *discounted payback period (DPP)*.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan salah satu pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi sinar matahari dikonversi menjadi energi listrik. Dalam pemanfaatan cahaya matahari menjadi energi listrik dibedakan menjadi dua jenis teknologi yaitu menggunakan semikonduktor yang disebut fotovoltaik (PV), dan surya termal yakni memanfaatkan panas dari radiasi matahari dengan kolektor surya [7].

Dalam perkembangan PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi listrik maka diperlukan pemasangan modul surya yang sangat banyak di mana pemasangan modul surya memerlukan tempat yang relatif luas maka untuk menindaklanjuti masalah tersebut dapat dipasang PLTS atap. PLTS atap merupakan PLTS yang dipasang pada sisi luar bangunan atau gedung sehingga energi listrik yang dibangkitkan dari PLTS dapat memenuhi kebutuhan listrik atau mengurangi biaya tagihan listrik PLN.

2.2 Jenis-jenis PLTS

Berdasarkan perbedaan karakteristik penyimpanan energi listrik yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dibedakan menjadi tiga jenis yaitu PLTS *On-Grid*, PLTS *Off-Grid* dan PLTS *Hybrid* dengan teknologi penyimpanan lainnya.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-Grid* atau *grid tie system/ grid interactive* merupakan PLTS yang terhubung dengan jaringan PLN guna pengoptimalan energi yang dihasilkan PLTS. Sistem PLTS ini dapat mengurangi jumlah tagihan PLN dan bahkan jika energi listrik yang dibangkitkan melebihi penggunaan maka sisanya dapat dijual ke

PLN. Penggunaan PLTS ini biasanya banyak digunakan di daerah perkotaan seperti perumahan maupun perkantoran. Sedangkan untuk PLTS *Off-Grid* atau yang disebut dengan *Stand Alone PV System* adalah sistem PLTS yang menggunakan rangkaian fotovoltaik modul. Sistem ini hanya memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi sehingga fotovoltaik modul dapat menghasilkan energi listrik. Pada sistem *hybrid* menggunakan dua atau lebih sistem pembangkit listrik dengan sumber energi berbeda. Dengan menggunakan sistem ini tentu saja dapat meningkatkan keandalan sistem kelistrikan karena jika pembangkit utama tidak dapat mencatu daya dengan maksimal maka ada pembangkit lain yang menjadi cadangan beban tersebut [8].

2.3 PLTS Bandara

PLTS dapat meningkatkan keandalan listrik di bandara terutama pada saat kegagalan jaringan dan pemadaman listrik. Pemasangan PLTS pada area bandar udara harus memperhatikan bahwa desain sistem PLTS memenuhi standar keamanan dan lingkungan yang berlaku. Untuk membatasi potensi gangguan pada fasilitas komunikasi, navigasi, dan pengawasan (*communication, navigation and surveillance*), sistem energi surya harus ditempatkan di luar area kritis di sekitar fasilitas CNS. Meskipun risikonya mungkin rendah, jarak radial sejauh 500 kaki harus dipertahankan antara sistem CNS dan modul PV.

Modul fotovoltaik surya memantulkan deklinasi matahari, yang besarnya bergantung pada posisi matahari dan jenis modul fotovoltaik. Hal ini menyebabkan *flash* (kilat cahaya terang secara singkat) dan silau (cahaya terang secara terus-menerus). Silau ini dapat mempengaruhi visibilitas operator pesawat dan pilot saat mendarat dan lepas landas, sehingga mengancam keselamatan sistem pesawat. Oleh karena itu, lokasi dan orientasi panel surya harus dipilih untuk menghilangkan

silau yang berbahaya bagi pilot atau fasilitas pengatur lalu lintas udara [6].

2.4 Software Simulasi

Dalam perancangan PLTS atop menggunakan *software PVSyst* berbasis aplikasi yang dirancang oleh *Webgenève*. *PVSyst* digunakan untuk merancang sistem fotovoltaik seperti fitur pada *HelioScope* dengan tambahan fitur desain seperti *AutoCAD* sehingga perancang dapat melakukan desain lengkap dalam satu *software*. Terdapat beberapa input data utama yang diperlukan dalam mengoperasikan *PVSyst* seperti lokasi, konfigurasi *array*, modul PV dan jenis inverter yang digunakan. *Software* ini menampilkan hasil simulasi berupa produksi tahunan, kumpulan data cuaca, rasio kinerja dan parameter sistem [9].

2.5 Kajian Investasi

2.5.1 Benefit Cost Ratio (B-CR)

Benefit Cost Ratio (B-CR) atau rasio manfaat biaya adalah salah satu istilah dalam dunia bisnis yang berkaitan dengan perhitungan keuntungan. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui apakah suatu perusahaan menguntungkan atau merugikan. B-CR juga digunakan sebagai salah satu metode analisis untuk menentukan kelayakan sebuah proyek. Sebuah proyek perencanaan PLTS dapat dinyatakan layak apabila nilai *benefit-cost ratio* lebih besar dari satu ($B-CR > 1$) [10] [11].

$$B - CR = \frac{B}{C} = \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} \quad (1)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} B - CR &= \text{Benefit-Cost Ratio} \\ B &= \text{Benefit (keuntungan)} \\ C &= \text{Cost (pengeluaran)} \end{aligned}$$

2.5.2 Net Present Value (NPV)

Analisis kelayakan investasi dengan metode *Net Present Value* (NPV) diperoleh dari laba bersih pada akhir pengerjaan suatu investasi. Dengan cara menghitung selisih antara nilai sekarang dengan aliran

kas dari investasi tersebut di masa depan [10] [11].

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - (II) \quad (2)$$

Keterangan :

- NCF_t = Net Cash Flow periode tahun ke 1
- II = Investasi awal (*Initial Investment*)
- i = Tingkat diskonto
- n = umur investasi (tahun)

2.5.3 Discounted Payback Period (DPP)

Discounted payback period (DPP) merupakan salah satu metode penilaian proyek yang mengukur waktu yang diperlukan untuk menutup investasi awal proyek dengan mempertimbangkan nilai arus kas yang dihasilkan sehingga DPP dapat dijadikan salah satu kriteria dalam menentukan kelayakan investasi sebuah proyek. Sebuah investasi layak dilakukan jika nilai *discounted payback period* (DPP) kurang dari umur proyek [11].

2.6 Life Cycle Cost (LCC)

Life cycle cost merupakan seluruh biaya suatu sistem PLTS meliputi biaya investasi awal, biaya pengoperasian dan pemeliharaan, serta biaya penggantian komponen. *Life cycle cost* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [10] [11]:

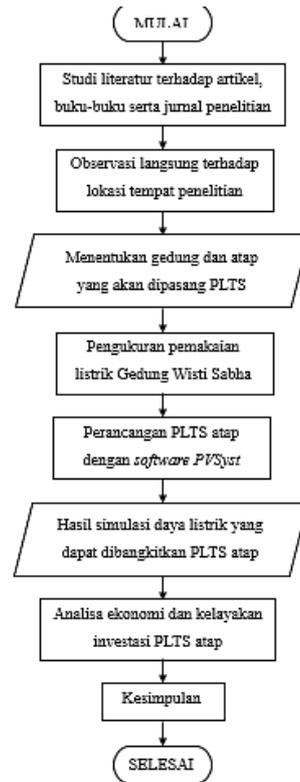
$$LCC = C + MPW + RPW \quad (3)$$

Keterangan :

- LCC = Biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*)
- C = Biaya investasi awal
- MPW = Total nilai biaya pemeliharaan dan operasional selama umur proyek.
- RPW = Biaya pergantian yang harus dikeluarkan selama umur proyek.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung Wisti Sabha Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, yang terletak di Kelurahan Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, Bali. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Maret 2023. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Berikut penjelasan tahapan penelitian pada Gambar 1 :

1. Melakukan studi literatur terhadap artikel, jurnal penelitian serta buku-buku yang dapat menunjang penelitian ini.
2. Melakukan observasi langsung terhadap lokasi tempat penelitian.
3. Menentukan gedung yang dipasang PLTS dan menentukan atap yang berpotensi dipasang PLTS.
4. Mengumpulkan data-data konsumsi energi listrik Gedung Wisti Sabha Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai dengan melakukan pengukuran langsung.
5. Melakukan perancangan PLTS atap dengan menggunakan *software PVSyst* .
6. Mendapatkan daya listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTS atap menggunakan *software PVSyst* .
7. Melakukan analisis ekonomi dan kelayakan investasi dalam pembangunan PLTS atap menggunakan metode *benefit-cost ratio*, *net present value* dan *payback periode*.
8. Penarikan Kesimpulan berdasarkan langkah yang telah dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai

Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai merupakan bandar udara terbesar yang merupakan transportasi utama jalur udara di Provinsi Bali. Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai terletak di sebelah selatan Pulau Bali, tepatnya di Kelurahan Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, Bali.

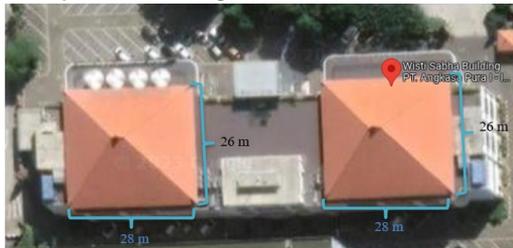


Gambar 2. Foto Bandar Udara

Pemilik dari Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai yaitu PT. Aviassi Pariwisata Indonesia (Persero) dan dikelola oleh PT. Angkasa Pura I.

4.2 Gedung Wisti Sabha

Gedung Wisti Sabha merupakan salah satu bangunan pada area Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, Gedung ini difungsikan sebagai kantor perusahaan PT. Angkasa Pura I (Persero) yang mengelola Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai. Gedung Wisti Sabha terletak di Jl. Airport Ngurah Rai, kelurahan Tuban, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, Bali.



Gambar 3. Tampak Atap Gedung Wisti Sabha

Gedung Wisti Sabha memiliki luas bangunan 3.136 m², terdiri dari 3 lantai dengan rooftop, gedung ini memiliki dua

atap berbentuk limas segi empat yang identik. Atap Gedung Wisti Sabha memiliki panjang 28 m dan lebar 26 m dengan sudut kemiringan atap sebesar 35°.

4.3 Konsumsi Energi Listrik Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai

Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai dalam menjalankan tugas dan fungsinya mengonsumsi energi listrik mencapai 23.063.840 KWh dalam satu tahun berdasarkan data konsumsi energi listrik tahun 2022. Untuk lebih jelas konsumsi energi listrik Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsumsi Energi Listrik Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai

Bulan	KWh	Pembayaran (Rp)
Januari	1.571.840	1.780.381.527
Februari	1.545.120	1.739.944.675
Maret	1.342.400	1.505.526.946
April	1.624.480	1.840.373.904
Mei	1.720.960	1.955.138.328
Juni	2.100.800	2.391.740.314
Juli	1.988.960	2.265.458.016
Agustus	2.104.960	2.397.954.993
September	2.174.400	2.474.022.676
Oktober	2.179.040	2.481.480.293
November	2.295.200	2.617.540.354
Desember	2.415.680	2.755.091.938
Total	23.063.840	26.204.653.964

4.4 Konsumsi Energi Listrik Gedung Wisti Sabha

Konsumsi energi listrik Gedung Wisti Sabha diperoleh dari pengukuran manual pada transformator *step down* 20 Kv. Pengukuran dilakukan dengan mencatat parameter konsumsi energi (*E Del*) pada tampilan layar *Power Meter*. Pengamatan pertama pada tanggal 25 Januari 2023 tercatat konsumsi energi sebesar 1,4709 GWh, setelah 7 hari yakni pada tanggal 1 Februari 2023 konsumsi energi tercatat sebesar 1,4818 GWh. Sehingga konsumsi energi listrik Gedung Wisti Sabha dalam 1 minggu sebesar 1,4818-1,4709=0,0109 GWh atau sebesar 10,9 MWh atau 10.900 KWh.

4.5 Iradiasi Matahari

Iradiasi matahari merupakan nilai besaran penyinaran matahari untuk mengetahui banyaknya radiasi matahari yang diterima oleh luas area tertentu. Sinar matahari tergantung pada posisi matahari. Data nilai iradiasi pada Gedung Wisti Sabha per-bulan diperoleh melalui *Software PVSyst* yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Iradiasi matahari

Bulan	Iradiasi Matahari (kWh/m ² /bln)
Januari	174,8
Februari	160,8
Maret	183,8
April	181,2
Mei	162,4
Juni	147,1
Juli	157,9
Agustus	175,0
September	185,9
Oktober	216,5
November	202,2
Desember	201,6
Rata-rata	179,1

4.6 Analisis Pemasangan Modul Surya

4.6.1 Sudut Kemiringan Atap dan Azimut

Sudut kemiringan atap Gedung Wisti Sabha diketahui dengan cara perhitungan secara manual sebesar 35⁰, dalam penelitian ini pemasangan modul surya akan mengikuti tingkat kemiringan atap.

Dalam menentukan sudut kemiringan/ inklinasi dan sudut azimut dapat menggunakan bantuan perangkat lunak *Google Earth*, di mana diperoleh sudut *azimuth* atap Gedung Wisti Sabha sebesar 0,36⁰.

4.6.2 Luas Atap

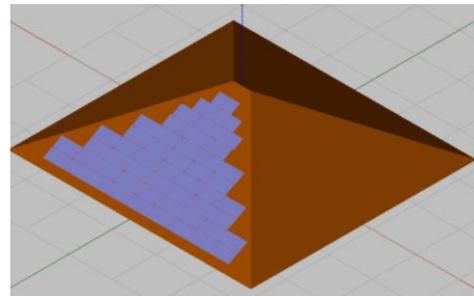
Pada penelitian ini pemasangan PLTS akan dilakukan di Gedung Wisti Sabha, gedung ini memiliki dua atap berbentuk limas segi empat yang identik. Atap Gedung Wisti Sabha memiliki panjang 28 m dan lebar 26 m dengan sudut kemiringan atap sebesar 35⁰. Modul surya akan dipasang pada sisi limas yang berbentuk trapesium yang menghadap ke arah Utara. Dalam mempermudah

perhitungan luas atap maka dilakukan pembuatan gambar 3D atap Gedung Wisti Sabha pada *software PVSyst*. Berdasarkan pemodelan atap Gedung Wisti Sabha yang dilakukan melalui *software PVSyst* dapat diketahui satu sisi atap yang akan dipasang modul surya memiliki luas 195 m². Gedung Wisti Sabha memiliki dua buah atap berbentuk limas (Gambar 3) maka total luas area yang akan dipasang modul surya sebesar 390 m².

4.7 Perancangan PLTS Atap

4.7.1 Kapasitas PLTS

Untuk mempermudah menghitung kapasitas PLTS yang memungkinkan terpasang pada atap Gedung Wisti Sabha digunakan *software PVSyst*.



Gambar 4. Layout Pemasangan Modul

Berdasarkan Gambar 4 hasil simulasi untuk menentukan jumlah panel surya yang dapat dipasang pada atap Gedung Wisti Sabha, dapat diketahui bahwa pada sisi atap yang akan dipasang panel surya dapat memuat sebanyak 51 panel. Karena atap Gedung Wisti Sabha memiliki dua buah atap yang memiliki bentuk identik maka jumlah panel surya yang dapat dipasang pada atap Gedung Wisti Sabha sebanyak 102 buah panel surya.

4.7.2 Pemilihan Komponen PLTS

Pada penelitian ini menggunakan modul LONGI LR5-72HPH-555M berkapasitas 555 Wp karena memiliki nilai efisiensi yang tinggi dan harga yang paling terjangkau yang tersedia di toko-toko Pulau Bali. Sedangkan inverter yang digunakan jenis HUAWEI SUN2000-60KTL-M0 dengan kapasitas 60KW yang diimpor dari China.

4.8 Simulasi PVSyst

Data yang diperoleh baik melalui pengukuran maupun perhitungan akan disimulasikan dengan software PVSyst 7.3 sehingga diperoleh hasil produksi energi pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Produksi Energi

Bulan	Produksi (kWh)
Januari	6.591
Februari	6.470
Maret	8.221
April	8.951
Mei	8.856
Juni	8.409
Juli	8.957
Agustus	9.151
September	8.705
Oktober	8.924
November	7.536
Desember	7.238
Total	98.009

Produksi energi listrik yang dihasilkan oleh total 102 modul surya sebesar 98.009 kWh/tahun.

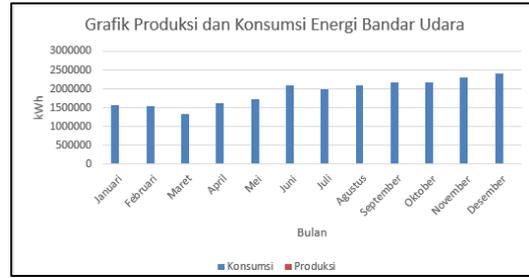
4.9 Analisis Energi

4.9.1 Analisis Produksi Energi Dengan Konsumsi Energi Bandar Udara

Dalam Analisis produksi dan konsumsi energi listrik Bandar Udara dikakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh produksi PLTS atap terhadap konsumsi energi Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai secara keseluruhan.

Tabel 4. Data Produksi Energi Dan Konsumsi Energi Bandar Udara

Bulan	Konsumsi (kWh)	Produksi (kWh)	Persentase produksi (%)
Januari	1.571.840	6.591	0,42
Februari	1.545.120	6.470	0,42
Maret	1.342.400	8.221	0,61
April	1.624.480	8.951	0,55
Mei	1.720.960	8.856	0,51
Juni	2.100.800	8.409	0,40
Juli	1.988.960	8.957	0,45
Agustus	2.104.960	9.151	0,43
September	2.174.400	8.705	0,40
Oktober	2.179.040	8.924	0,41
November	2.295.200	7.536	0,33
Desember	2.415.680	7.238	0,30
Total	23.063.840	98.009	0,42



Gambar 5. Grafik Produksi Energi Dan Konsumsi Energi Bandar Udara

Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa produksi energi listrik PLTS atap pada Gedung Wisti Sabha sangat kecil jika dibandingkan dengan konsumsi energi listrik Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai. Namun nilai yang kecil ini disebabkan karena hanya dihitung PLTS atap pada satu gedung yakni Gedung Wisti Sabha saja.

4.9.2 Analisis Produksi Energi Dengan Konsumsi Energi Gedung Wisti Sabha

Pada penelitian ini, dalam menentukan besarnya energi yang diproduksi menggunakan simulasi pada software PVSyst dengan hasil rata-rata 1.884,7 kWh/minggu. Berdasarkan jumlah konsumsi energi dalam satu minggu Gedung Wisti Sabha sebesar 10.900 kWh maka hasil produksi masih kurang sebesar 9.015,3 kWh. Sehingga kebutuhan energi listrik masih menggunakan listrik dari PLN sebagai sumber energi utama.

4.10 Analisis Ekonomi PLTS Atap

4.10.1 Biaya Investasi Awal PLTS

Biaya investasi adalah jumlah total uang atau sumber daya finansial yang dikeluarkan untuk mendirikan, atau membeli aset atau proyek dengan tujuan memperoleh manfaat ekonomi di masa depan.

Pada penelitian ini menggunakan 102 unit modul Surya LONGI LR5-72HPH-555M dengan total harga Rp 288.456.000. Satu unit Inverter Huawei SUN2000-50KTL-ZHM3 dengan harga Rp 36.207.242. Harga komponen proteksi dan kabel Rp 12.405.000. Biaya pemasangan,

biaya pengiriman dan *mounting bracket* Rp 236.340.000. Sehingga jumlah biaya investasi awal PLTS atap pada Gedung Wisti Sabha Rp. 573.408.242.

4.10.2 Life Cycle Cost (LCC)

Life cycle cost atau biaya siklus hidup merupakan total biaya suatu sistem PLTS yang dimulai dari investasi awal, biaya pengoperasian dan pemeliharaan, serta biaya penggantian komponen. Dengan jumlah biaya operasional dan pemeliharaan sistem PLTS atap sebesar 1 % dari biaya investasi awal, sehingga dalam satu tahun sebesar Rp 5.734.082. dan biaya selama 25 tahun sebesar Rp. 75.460.519, dan total biaya pergantian inverter selama 25 tahun sebesar Rp. 29.724.079. Sehingga diperoleh hasil perhitungan *life cycle cost* selama 25 tahun sebesar Rp.678.592.840.

4.10.3 Penghematan Tagihan Listrik

Dengan kurangnya produksi listrik PLTS atap maka penghematan tagihan listrik sebesar jumlah produksi PLTS dikalikan dengan harga jual listrik PLN. Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai merupakan Golongan B-3/ Tegangan Menengah (TM) daya di atas 200 kVA, dengan harga listrik Rp 1.114,74 per kWh. Dengan total produksi 98.009 kWh/tahun maka penghematan dalam satu tahun sebesar Rp.109.254.552,66.

4.11 Analisis Kelayakan Investasi

Penelitian ini menggunakan metode perhitungan *benefit-cost ratio* (B-CR), *net present value* (NPV), dan *discounted payback period* (DPP) untuk merealisasikan investasi PLTS atap Gedung Wisti Sabha. Dalam menghitung dengan beberapa metode ini memerlukan nilai arus kas bersih (*Net Cash Flow*), faktor diskonto, dan nilai arus kas bersih saat ini (*Present Value Net Cash Flow*).

Faktor diskonto mengacu pada nilai suku bunga Bank Indonesia sebesar 6% per tanggal 20 Oktober 2023, dengan nilai 0,94 pada tahun pertama.

Present Value Net Cash Flow (PVNCF) merupakan perhitungan perkiraan arus kas yang nantinya menjadi dasar evaluasi proses investasi. Parameter yang digunakan dalam menghitung PVNCF adalah arus kas keluar (*cash outflow*) dan arus kas masuk (*cash inflow*), Arus kas keluar pada penelitian ini sebesar Rp 5.734.082 per tahun, sedangkan arus kas masuk sebesar Rp. 109.254.552,66 per tahun. Sehingga diperoleh nominal kas bersih sebesar Rp. 103.520.470,66 dalam satu tahun. Untuk mengetahui nilai PVNCF tahun pertama, nilai kas bersih dikalikan dengan faktor diskonto tahun pertama sehingga diperoleh nilai nilai PVNCF pada tahun pertama sebesar Rp. 97.309.242,42. Untuk nilai PVNCF selama 25 tahun dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. PVNCF PLTS Atap Gedung Wisti Sabha

Tahun	Arus Kas Bersih (Rp)	Biaya Inverter (Rp)	DF	PVNCF (Rp)	Kumulatif PVNCF (Rp)
1	103.520.470,66		0,94	97.309.242,42	97.309.242,42
2	103.520.470,66		0,88	91.098.014,18	188.407.256,60
3	103.520.470,66		0,83	85.921.990,65	274.329.247,25
4	103.520.470,66		0,79	81.781.171,82	356.110.419,07
5	103.520.470,66		0,74	76.605.148,29	432.715.567,36
6	103.520.470,66		0,7	72.464.329,46	505.179.896,82
7	103.520.470,66		0,66	68.323.510,64	573.503.407,46
8	103.520.470,66		0,62	64.182.691,81	637.686.099,27
9	103.520.470,66		0,59	61.077.077,6	698.763.176,96
10	103.520.470,66		0,55	56.936.258,8	755.699.435,82
11	103.520.470,66	19.073.523	0,52	34.757.121,74	790.456.557,56
12	103.520.470,66		0,49	50.725.030,62	841.181.588,18
13	103.520.470,66		0,46	47.619.416,5	888.801.004,69
14	103.520.470,66		0,43	45.549.007,04	934.350.011,78
15	103.520.470,66		0,4	42.443.392,91	976.793.404,75
16	103.520.470,66		0,37	40.372.983,56	1.017.166.388,31
17	103.520.470,66		0,34	38.302.574,1	1.055.468.962,45
18	103.520.470,66		0,31	36.232.164,73	1.091.701.127,18
19	103.520.470,66		0,28	34.161.755,32	1.125.862.882,50
20	103.520.470,66		0,25	32.091.345,91	1.157.954.228,41
21	103.520.470,66	10.650.555	0,22	19.370.381,49	1.177.324.609,89
22	103.520.470,66		0,2	27.950.527,07	1.205.275.136,97
23	103.520.470,66		0,18	26.915.322,34	1.232.190.459,34
24	103.520.470,66		0,16	24.844.912,96	1.257.035.372,30
25	103.520.470,66		0,13	23.809.708,25	1.280.845.080,55

Berdasarkan Tabel 6 hasil perhitungan nilai *Present Value Net Cash Flow* (PVNCF) dapat diketahui bahwa nilai

PVNCF setiap tahun semakin kecil dengan nilai Rp23.809.708,25 pada tahun ke-25, sedangkan untuk nilai kumulatif PVNCF selama 25 tahun Rp1.280.845.080,553.

Dengan perhitungan menggunakan persamaan 1, maka diperoleh nilai B-CR yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 2,23. Nilai *net present value* diperoleh berdasarkan persamaan 2 dengan nilai Rp707.436.838,55. Berdasarkan nilai kumulatif PVNCF pada tabel nilai PVNCF pada tahun ke-7 Rp573.503.407,46 yang mana sudah melebihi nilai investasi awal dengan selisih Rp95.165,46. Sehingga nilai DPP pada perencanaan PLTS atap Gedung Wisti Sabha selama 7 tahun.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, maka pada penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas yang mampu dibangkitkan sistem PLTS atap Gedung Wisti Sabha sebesar 56,6 kWp dengan jumlah modul surya sebanyak 102 unit dan energi output sebesar 98009 kWh/tahun.
2. Biaya investasi awal sistem PLTS atap Gedung Wisti Sabha sebesar 573.408.242, penghematan yang diperoleh dalam satu tahun sebesar Rp.109.254.552,66. Analisis kelayakan investasi berdasarkan metode *benefit-cost ratio* diperoleh nilai 2,23. Hasil Analisis *net present value* yaitu sebesar Rp707.436.838,55 dengan periode balik modal selama 7 tahun dengan Analisis *discounted payback period*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perencanaan PLTS atap Gedung Wisti Sabha layak untuk dilaksanakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Pemerintah Provinsi Bali. 2019. Peraturan Gubernur Bali No. 45 Tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih
- [2]. Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).
- [3]. Paramashivaiah, P., Chakraborty, S., & Shashidhar, R. 2018. *Illuminating an Airport with Sustainable Energy: Case of Cochin International Airport*, OIDA Int. J. Sustain. Dev., vol. 11, no. 11, hlm. 11–16.
- [4]. Rozi, M.F., Sasongko, N.A., & Kuntjoro, Y.D. 2020. Pemanfaatan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Bandar Udara Internasional SoekarnoHatta Untuk Mendukung Ketahanan Energi. *Ketahanan Energi*, vol. 6, no. 1.
- [5]. Ardiansyah, A., Setiawan, I.N., & Sukerayasa, I.W. 2021. Perancangan Plts Atap *On Grid System* Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo, *Jurnal SPEKTRUM*. vol. 8, no.4
- [6]. Sreenath, S., Sudhakar, K., & Yusop, A. 2020. *Solar photovoltaics in airport: Risk assessment and mitigation strategies*. *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 84.
- [7]. Simanjorang, R. 2015. Merencanakan PJU Tenaga Surya, PT Hexamitra Daya Prima.
- [8]. Romansyah, A. 2017. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Energi Penggerak Pompa Minyak Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (studi kasus : SPBU Arifin Ahmad 4.282.635) (Skripsi). Pekanbaru. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [9]. Pvsyst. <https://www.pvsyst.com/>
- [10]. Patricia, H.J. 2012. “Analisis Keekonomian Kompleks Perumahan Berbasis Energi Sel Surya (Studi Kasus: Perumahan *Cyber Orchid Town Houses*, Depok),” FT UI.
- [11]. A.M. Thyra., M. Facta., Karnoto. 2015. “Analisis Ekonomi Penggunaan Inverter Sel Surya Pelanggan Rumah Tangga Terhubung Dengan Jaringan Pada Perumahan Syailendra Residence Banyumanik Semarang,” pp. 1–15.