

ANALISIS EKONOMI DAN INVESTASI PERANCANGAN PLTS ATAP DI KANDANG AYAM *CLOSED HOUSE* UNIVERSITAS UDAYANA

A. Permadani¹, I N. Setiawan², D. A. S. Santiari²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80361

aniarpermadani080@student.unud.ac.id, setiawan@unud.ac.id, santiari@unud.ac.id

ABSTRAK

Kandang Ayam *Closed House* (CH) Universitas Udayana merupakan kandang ayam broiler dengan sistem tertutup dengan dilengkapi sistem pengaturan suhu dan kelembaban, seperti *exhaust fan*, *cooling pad*, *heater*, serta pencahayaan yang aktif selama 24 jam. Keharusan sistem untuk terus menyala, menyebabkan pengoperasian sistem ini membutuhkan konsumsi listrik yang tinggi, sehingga penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap dipertimbangkan sebagai solusi untuk memberikan pasokan energi alternatif yang ramah lingkungan di Kandang Ayam CH Universitas Udayana. Penelitian ini dilakukan dengan dua skenario : (1) sudut kemiringan optimal sebesar $14,66^\circ$ dan (2) sudut kemiringan riil atap sebesar 8° . Analisis ekonomi dan kelayakan investasi dilakukan menggunakan metode *Net Present Value*, *Internal Rate of Return*, *Payback Period*, dan *Profitable Index*. Hasil menunjukkan bahwa skenario 2 lebih layak dikembangkan, dikarenakan investasi awal sebesar Rp. 173.795.000 dan *Payback Period* selama 10,64 tahun, dimana lebih rendah dibandingkan skenario 1.

Kata kunci : PLTS, Closed House, Analisis Ekonomi, Net Present Value, Payback Period

ABSTRACT

Udayana University Closed House (CH) Chicken Cage is a broiler chicken coop with a closed system equipped with a temperature and humidity control system, such as exhaust fan, cooling pad, heater, and lighting that is active for 24 hours. The necessity of the system to continue to be on, causes the operation of this system to require high electricity consumption, so the implementation of rooftop Solar Power Plants (PLTS) is considered as a solution to provide an environmentally friendly alternative energy supply in the CH Chicken Cage of Udayana University. This study was carried out with two scenarios: (1) the optimal tilt angle of 14.66° and (2) the real slope angle of the roof of 8° . Economic analysis and investment feasibility were carried out using the Net Present Value, Internal Rate of Return, Payback Period, and Profitable Index methods. The results show that scenario 2 is more feasible to develop, because the initial investment is Rp. 173,795,000 and the Payback Period is 10.64 years, which is lower than scenario 1.

Key Words : Solar Power Plant, Closed House, Economic Analysis, Net Present Value, Payback Period

1. PENDAHULUAN

Energi listrik menjadi suatu kebutuhan penting bagi manusia di era modern seperti saat ini. Sejalan dengan perkembangan teknologi, peningkatan jumlah penduduk, dan perkembangan industri kebutuhan terhadap energi listrik akan terus

bertambah. Berdasarkan data Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2023, konsumsi energi listrik Indonesia mencapai 1.337 kilowatt jam (kWh). Dimana angka ini mengalami peningkatan sebesar 13,98% dibanding

tahun 2022 yang hanya sebesar 1.173 kilowatt jam (kWh)[1].

Dari besarnya kebutuhan listrik di Indonesia, dalam pemenuhannya masih didominasi oleh pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Pemakaian bahan bakar fosil berkontribusi besar terhadap kerusakan lingkungan, seperti pemanasan global, perubahan iklim, dan kerusakan ekosistem. Di sisi lain, kondisi geografis Indonesia berada di kawasan khatulistiwa yang memiliki potensi energi terbarukan yang besar. Potensi energi terbarukan di Indonesia mencapai 3.678 GW, dengan potensi terbesar berupa energi surya mencapai 3.294 GW [2]. Berdasarkan data Dewan Energi Nasional (DEN) rata-rata potensi energi matahari di Indonesia mencapai 4,8 kWh/m²/hari[2], sehingga pengembangan dan pemanfaatan energi surya ideal untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan wilayah Indonesia yang berada di kawasan khatulistiwa dengan matahari yang bersinar sepanjang tahun.

Kandang Ayam *Closed House* (CH) Universitas Udayana merupakan kandang ayam broiler sistem tertutup yang berlokasi di area *Teaching Farm*, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran. Kandang ini berukuran 12 × 100 m dan berkapasitas mencapai 20.000 ekor dalam satu periode pemeliharaan. Kandang ayam sistem tertutup memiliki prinsip untuk membatasi ayam terhadap pengaruh lingkungan yang ekstrem, sehingga dapat meminimalkan penyebaran penyakit dan mortalitas, serta meningkatkan produktivitas ayam [3].

Pada kandang sistem tertutup memungkinkan terjadi pengaturan suhu dan kelembaban, hal ini dikarenakan suhu dalam kandang sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca luar kandang. Oleh karena itu, kandang CH Universitas Udayana dilengkapi dengan sistem pengaturan suhu dan kelembaban, seperti *exhaust*, *cooling pad*, dan *heater*, serta lampu untuk pencahayaan yang stabil. Ketika terjadi kenaikan suhu dan penurunan kelembaban pada siang hari dapat meningkatkan risiko

stress panas (*heatstress*) pada ayam. Pada kondisi ini untuk mencapai suhu ideal, sistem pendinginan otomatis akan dinyalakan secara maksimal ketika suhu melebihi 29°C. Selain itu, untuk menjaga kestabilan cahaya dalam kandang penyalan lampu dilakukan selama 24 jam.

Keharusan sistem untuk terus menyala, menyebabkan pengoperasian kandang CH membutuhkan listrik yang besar terutama pada siang hari. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan perancangan PLTS atap *on-grid* di Kandang Ayam *Closed House* Universitas Udayana dengan tujuan memberikan pasokan energi alternatif pada kandang khususnya kebutuhan listrik pada siang hari. Solusi yang ditawarkan yaitu, untuk mendukung kebijakan pemerintah dalam transisi ke energi terbarukan, serta memotong biaya pengeluaran dari pembayaran listrik pada Kandang Ayam CH Universitas Udayana. Untuk mengetahui kelayakan ekonomi dan investasi, pada penelitian ini dilakukan analisis ekonomi dengan parameter *Life Cycle Cost* (LCC), *Cost of Energy* (CoE), dan *Capital Recovery Factor* (CRF). Selain itu, dilakukan analisis kelayakan investasi dengan parameter yang digunakan yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PP), dan *Profitable Index* (PI).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari melalui panel surya (*photovoltaic*) untuk mengonversi radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik[4].

1. PLTS Terpusat (*Off-Grid*)

PLTS dengan sistem terpusat (*off-grid*) dalam pengoperasiannya hanya mengandalkan sinar matahari sebagai sumber energi utama dengan penggunaan baterai sebagai penyimpanan energi listrik yang telah dikonversi[4].

2. PLTS Interkoneksi (*On-Grid*)

PLTS *On-Grid* bekerja dengan terhubung pada jaringan listrik PLN yang mengoptimalkan pemanfaatan energi PV, sehingga memungkinkan terjadinya penghematan penggunaan listrik PLN[4].

3. PLTS *Hybrid*

PLTS *hybrid* merupakan sistem yang melibatkan 2 atau lebih sistem pembangkit listrik. Lazimnya, sistem pembangkit yang banyak digunakan untuk sistem *hybrid* diantaranya Genset, PLTS, tenaga angin, dan mikrohidro. Sistem *hybrid* pada pembangkit bisa berarti PLTS-Genset, PLTS-Tenaga angin, PLTS-Mikrohidro, dan lainnya[4].

2.2 Modul Surya

Modul surya/panel surya merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan prinsip *photovoltaic effect*[5].

2.3 Inverter

Inverter adalah komponen pengubah arus searah (*Direct Current*) menjadi arus bolak-balik (*Alternating Current*). Pada sistem PLTS inverter berfungsi untuk menubuh arus searah dari panel surya menjadi arus bolak-balik untuk kebutuhan peralatan listrik yang menggunakan arus bolak-balik[6].

2.4 Aspek Ekonomi

Biaya merupakan pengorbanan ekonomis yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau kemungkinan akan terjadi untuk melakukan proses produksi atau penukaran barang/jasa[7].

2.5 Biaya Investasi

Biaya investasi merupakan modal yang dikeluarkan dalam suatu produksi atau pembangunan. Dalam PLTS biaya modal mencakup biaya umum, biaya pekerjaan mekanikal dan elektrikal, serta biaya operasional[7].

2.6 Biaya Operasional dan Perawatan

Perawatan merupakan suatu kegiatan pemeliharaan atau penjagaan peralatan dan mengadakan perbaikan atau penggantian dalam kurun waktu tertentu sesuai apa yang direncanakan. Pada sistem PLTS, biaya operasional dan perawatan umumnya sebesar 1% hingga 2% per tahun dari total biaya investasi awal. Besar biaya operasional dan perawatan dapat dihitung menggunakan persamaan 1 berikut[7].

$$O\&P = 2\% \times II \quad (1)$$

Keterangan :

O & P = Biaya operasional dan perawatan

II = Biaya investasi

2.7 Life Cycle Cost

LCC adalah biaya siklus hidup dengan pertimbangan seluruh komponen biaya selama PLTS beroperasi. Dalam LCC dipertimbangkan semua biaya yang relevan terkait dengan sistem energi dari waktu ke waktu, diantaranya desain, konstruksi, material, operasi sistem, dan komponen. Nilai LCC dapat diperoleh menggunakan persamaan 2 sebagai berikut[8].

$$LCC = II + Mpw + Rpw \quad (2)$$

Keterangan :

LCC = Biaya siklus hidup

II = Biaya investasi

Mpw = Biaya operasional

Rpw = Biaya penggantian komponen

2.8 Faktor Diskonto (*Discount Factor*)

Faktor diskonto (*Discount factor*) merupakan suatu nilai yang menunjukkan nilai arus kas di masa depan yang menentukan nilai saat ini yang berfungsi untuk mengukur nilai saat ini dari serangkaian nilai yang menurun seiring waktu. Untuk menghitung Faktor Diskonto dapat menggunakan persamaan 3 sebagai berikut[9].

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3)$$

Keterangan :

DF = Faktor Diskonto

i = Tingkat diskonto

n = Periode proyek

2.9 Capital Recovery Factor (CRF)

Capital Recovery Factor (CRF) berfungsi untuk menghitung nilai saat ini dari suatu anuitas (serangkaian biaya tahunan) dengan melakukan konversi keseluruhan arus kas dari LCC (biaya siklus hidup). Nilai CRF dapat dihitung menggunakan persamaan 4 sebagai berikut[7].

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (4)$$

Keterangan :

CRF = Faktor pemulihan modal
i = Tingkat diskonto (%)
n = Umur investasi dalam periode tahun

2.10 Cost of Energy (CoE)

Cost of Energy atau Biaya Energi adalah perbandingan antara biaya total setiap tahun dari operasional suatu sistem dengan energi yang dihasilkan di setiap tahun. Biaya pembangkitan PLTS tidak sama dengan biaya pembangkitan pada pembangkit konvensional. Perhitungan nilai COE dapat menggunakan persamaan 5 berikut[8].

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{kWh} \quad (5)$$

Keterangan :

COE = Biaya energi
i = tingkat diskonto
n = Umur investasi dalam periode tahun

2.11 Analisis Kelayakan Investasi

Dilakukannya analisis kelayakan ekonomi pada suatu proyek bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan dari proyek yang akan dijalankan sehingga memperoleh profit yang diharapkan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kerugian dimasa mendatang[7].

2.12 Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) merupakan selisih nilai sekarang (*present value*) dari arus kas yang keluar pada periode waktu tertentu. Besarnya nilai NPV dapat dihitung menggunakan persamaan 6 berikut[9].

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CT}{(1+i)^t} - C_0 \quad (6)$$

Keterangan :

NPV = Nilai bersih pada waktu sekarang
CT = Aliran kas masuk bersih selama periode t
i = Suku bunga diskonto
t = Jangka waktu/umur proyek

2.13 Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return adalah metode perhitungan kelayakan investasi dengan menghitung tingkat bunga (*discount rate*) yang membuat nilai sekarang dari seluruh perkiraan arus kas masuk sama dengan nilai sekarang dari ekspektasi arus kas keluar. Perhitungan besarnya nilai IRR dapat menggunakan persamaan 7 berikut[10].

$$IRR = i_1 + \frac{NPV}{(NPV_1 - NPV_2)}(i_2 - i_1) \quad (7)$$

Keterangan :

i₂ = tingkat diskonto yang menghasilkan NPV positif
i₁ = tingkat diskonto yang menghasilkan NPV negatif
NPV₁ = *Net Present Value* bernilai positif
NPV₂ = *Net Present Value* bernilai negative

2.14 Payback Period (PP)

Payback period merupakan metode perhitungan lama pengembalian modal investasi atau waktu yang diperlukan untuk menutup kembali modal investasi (*initial cash investment*) dengan menggunakan pemasukan yang dihasilkan dari proyek. Lama periode pengembalian modal dapat dihitung menggunakan persamaan 8 berikut[11].

$$PP = \text{year before recovery} + \frac{(a-b)}{(c-b)} \times 1 \text{ tahun} \quad (8)$$

Year before recovery = tahun terakhir nilai NPV negatif

a = jumlah investasi awal

b = jumlah kumulatif kas tahun ke-n

c = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke-1

2.15 Profitable Index (PI)

Profitable Index atau PI adalah rasio dari total nilai saat ini penerimaan kas bersih di masa yang akan datang dengan nilai investasi yang mengindikasikan keuntungan yang didapatkan dalam periode waktu

tertentu. Nilai PI dapat dihitung menggunakan persamaan 9 berikut[10].

$$PI = \frac{\text{Net present value}}{\text{Initial investment}} \quad (9)$$

3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan pada Kandang Ayam *Closed House*, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran. Berikut merupakan tahapan dalam penelitian ini :

1. Observasi

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu observasi secara langsung ke Kandang Ayam CH Universitas Udayana untuk mengetahui kondisi lingkungan sekitar kandang dan bentuk bangunan.

2. Survei harga komponen

Survei pada penelitian ini dilakukan secara online melalui *website ecommerce* dan secara langsung untuk mengetahui harga komponen dan jasa pemasangan rancangan PLTS atap.

3. Analisis Kelayakan Ekonomi dan Investasi

Perhitungan kelayakan ekonomi dan investasi diawali dengan menghitung biaya investasi yang dibutuhkan untuk perancangan PLTS atap. Selanjutnya dilakukan perhitungan ekonomi dengan parameter *Life Cycle Cost* (LCC), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Cost of Energy* (COE). Serta dilakukan analisis kelayakan investasi dengan parameter *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PP), dan *Profitable Index* (PI).

4. Menarik Kesimpulan dan Saran

Menarik kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Kandang Ayam *Closed House* (CH) Universitas Udayana merupakan Kandang ayam tipe tertutup yang berlokasi di area *Teaching Farm*, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran. Berdasarkan pengukuran, Kandang Ayam CH memiliki luas total sebesar 1.200 m² dengan kapasitas

sejumlah 20.000 ekor ayam dalam satu periode pemeliharaan. Tampak depan dari Kandang Ayam *Closed House* Universitas Udayana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kandang Ayam CH Universitas Udayana

4.2 Analisis Ekonomi

4.2.1 Biaya Investasi Awal

Investasi awal pada proyek PLTS atap di Kandang Ayam *Closed House* Universitas Udayana meliputi biaya pembelian komponen PLTS, struktur PLTS, biaya jasa pemasangan PLTS, serta biaya pengiriman komponen PLTS. Berikut merupakan perincian biaya investasi awal rancangan PLTS atap skenario 1 dengan acuan pemasangan berdasarkan sudut optimal sebesar 14,66° yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Biaya Investasi Awal PLTS Atap di Kandang CH Universitas Udayana Skenario 1

Desain Skenario 1			
Komponen	Qty	Harga (Rp)	Total (Rp)
Panel Surya Trina Solar, TSM-DE09R.08 425 Wp	34	2.050.000	69.700.000
Inverter Growatt, MID 17KTL13-X 17 kW	1	38.000.000	38.000.000
Struktur Mounting, Penyangga	1	39.150.000	39.150.000
Aksesoris PLTS	1	36.565.000	36.565.000
Instalasi dan Pemasangan	1	7.250.000	7.250.000
Biaya Pengiriman	1	4.880.000	4.880.000
Total Investasi Awal			195.545.000

Berikut merupakan perincian biaya investasi awal rancangan PLTS atap skenario 2 dengan acuan pemasangan berdasarkan sudut kemiringan riil atap sebesar 8° yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Biaya Investasi Awal PLTS Atap di Kandang CH Universitas Udayana Skenario 2

Desain Skenario 2			
Komponen	Qty	Harga (Rp)	Total (Rp)
Panel Surya Trina Solar, TSM-DE09R.08 425 Wp	34	2.050.000	69.700.000
Inverter Growatt, MID 17KTL13-X 17 kW	1	38.000.000	38.000.000
Struktur Mounting, Penyangga	1	17.400.000	17.400.000
Aksesoris PLTS	1	36.565.000	36.565.000
Instalasi dan Pemasangan	1	7.250.000	7.250.000
Biaya Pengiriman	1	4.880.000	4.880.000
Total Investasi Awal			173.795.000

4.2.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan (OP)

Pada penelitian ini besarnya biaya operasional dan pemeliharaan ditentukan sebesar 2% dari total biaya investasi awal.

1. Biaya OP Skenario 1

Besarnya biaya investasi rancangan PLTS atap berdasarkan sudut optimal 14,66° adalah Rp. 195.545.000. Sehingga besarnya biaya pemeliharaan dan operasional rancangan PLTS atap skenario 1 dapat dihitung dengan persamaan (1):

$$OP = 2\% \times Rp. 195.545.000$$

$$OP = Rp. 3.910.900$$

2. Biaya OP Skenario 2

Besarnya biaya investasi rancangan PLTS atap berdasarkan sudut pengukuran 8° adalah Rp. 195.545.000. Sehingga besarnya biaya pemeliharaan dan operasional rancangan PLTS atap skenario 2 dapat dihitung dengan persamaan (1):

$$OP = 2\% \times Rp. 173.795.000$$

$$OP = Rp. 3.475.900$$

4.2.3 Biaya Siklus Hidup (LCC)

Perhitungan biaya siklus hidup untuk proyek PLTS atap dengan umur proyek selama 25 tahun adalah sebagai berikut :

1. Skenario 1

Dengan demikian biaya siklus hidup diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$M_{PW} = A \left[\frac{(1+i)^n}{i(1+i)^n} \right]$$

$$M_{PW} = Rp. 3.190.900 \left[\frac{(1+0,06)^{25}}{i(1+0,06)^{25}} \right]$$

$$M_{PW} = Rp. 50.059.520$$

Sehingga untuk nilai biaya siklus hidup PLTS atap skenario 1 dapat diketahui dengan persamaan (2):

$$LCC = C + M_{PW} + R_{PW}$$

$$LCC = Rp. 195.545.900 + Rp. 50.059.520 + Rp. 68.371.585$$

$$LCC = Rp. 313.977.005$$

2. Skenario 2

Dengan demikian biaya siklus hidup diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$M_{PW} = A \left[\frac{(1+i)^n}{i(1+i)^n} \right]$$

$$M_{PW} = Rp. 3.475.900 \left[\frac{(1+0,06)^{25}}{i(1+0,06)^{25}} \right]$$

$$M_{PW} = Rp. 44.261.120$$

Sehingga untuk nilai biaya siklus hidup PLTS atap skenario 2 dapat diketahui dengan persamaan (2) :

$$LCC = C + M_{PW} + R_{PW}$$

$$LCC = Rp. 173.795.000 + Rp. 44.261.120 + Rp. 68.371.585$$

$$LCC = Rp. 286.427.705$$

4.2.4 Capital Recovery Factor (CRF)

Perhitungan faktor pemulihan modal dapat menggunakan persamaan (3) :

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CRF = \frac{0,06(1+0,06)^{25}}{(1+0,06)^{25} - 1}$$

$$CRF = 0,078$$

4.2.5 Cost of Energy (COE)

Perhitungan biaya energi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. Skenario 1

Biaya energi (COE) pada rancangan PLTS atap skenario 1 dapat menggunakan persamaan (5):

$$\begin{aligned} \text{COE} &= \frac{\text{LCC} \times \text{CRF}}{\text{KWh/tahun}} \\ \text{COE} &= \frac{\text{Rp. 313.977.005} \times 0,078}{25.040 \text{ kWh}} \\ \text{COE} &= \text{Rp. 978/kWh} \end{aligned}$$

2. Skenario 2

Biaya energi (COE) pada rancangan PLTS atap skenario 2 dapat menggunakan persamaan (5):

$$\begin{aligned} \text{COE} &= \frac{\text{LCC} \times \text{CRF}}{\text{KWh/tahun}} \\ \text{COE} &= \frac{\text{Rp. 286.427.705} \times 0,078}{23.330 \text{ kWh/tahun}} \\ \text{COE} &= \text{Rp. 957/kWh} \end{aligned}$$

4.3 Analisis Kelayakan Investasi

4.3.1 Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi

Dalam menghitung nilai arus kas bersih setiap tahunnya, diperlukan adanya faktor diskonto (DF). Hal ini dikarenakan proyek PLTS atap di Kandang Ayam CH Universitas Udayana termasuk proyek dalam investasi panjang. Penentuan besarnya nilai diskonto yang digunakan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan data tingkat diskonto dari Bank Rakyat Indonesia (BRI) Tahun 2024 yaitu 6%. Sehingga perhitungan nilai *discount factor* pada tahun pertama dapat menggunakan persamaan (3):

$$\begin{aligned} DF &= \frac{1}{(1+i)^n} \\ DF &= \frac{1}{(1+0,06)^1} \\ DF &= 0,94 \end{aligned}$$

4.3.2 Net Present Value

Perhitungan nilai *Net Present Value* pada perencanaan PLTS atap dapat menggunakan persamaan 6 berikut:

1. Skenario 1

Besarnya nilai *Net Present Value* pada perancangan PLTS atap skenario 1 dapat menggunakan persamaan (6):

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \sum_{t=0}^T \frac{\text{CT}}{(1+i)^t} - C_0 \\ \text{NPV} &= \text{Rp. 290.420.862} - \text{Rp. 195.545.000} \\ \text{NPV} &= \text{Rp. 94.875.862} \end{aligned}$$

2. Skenario 2

Besarnya nilai *Net Present Value* pada perancangan PLTS atap skenario 2 dapat menggunakan persamaan (6):

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \sum_{t=0}^T \frac{\text{CT}}{(1+i)^t} - C_0 \\ \text{NPV} &= \text{Rp. 271.361.480} - \text{Rp. 173.795.000} \\ \text{NPV} &= \text{Rp. 97.566.480} \end{aligned}$$

4.3.3 Internal Rate Return

Perhitungan *Internal Rate Return* dapat menggunakan persamaan berikut :

1. Skenario 1

Nilai *Internal Rate of Return* pada perancangan PLTS atap skenario 1 dapat dihitung dengan persamaan (7) :

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{(\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2)} (i_2 - i_1) \\ \text{IRR} &= 12 + \frac{\text{Rp. - 4.773.028}}{(\text{Rp. - 4.773.028} - \text{Rp. 6.992.604})} (13 - 12) \\ \text{IRR} &= 12,4\% \end{aligned}$$

2. Skenario 2

Nilai *Internal Rate of Return* pada perancangan PLTS atap skenario 2 dapat dihitung dengan persamaan (7) :

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{(\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2)} (i_2 - i_1) \\ \text{IRR} &= 10 + \frac{\text{Rp. - 8.643.355}}{(\text{Rp. - 8.643.355} - \text{Rp. 3.764.067})} (11 - 10) \\ \text{IRR} &= 10,69\% \end{aligned}$$

4.3.4 Payback Period

Dalam menghitung lama pengembalian modal pada perancangan PLTS atap dapat dihitung menggunakan persamaan (8):

1. Skenario 1

Lama pengembalian modal perancangan PLTS atap skenario 1 dapat dihitung dengan persamaan (8) :

$$\begin{aligned} \text{PP} &= \text{year before recovery} + \frac{\text{II}}{(\text{K} - \text{PVNCF}_{25})} \\ \text{PP} &= 12 + \frac{\text{Rp. 195.545.000}}{(\text{Rp. 290.420.862})} \\ \text{PP} &= 12,67 \text{ tahun} \end{aligned}$$

2. Skenario 2

Lama pengembalian modal perancangan PLTS atap skenario 2 dapat dihitung dengan persamaan (8):

$$PP = \text{year before recovery} + \frac{II}{(K - PVNCF_{25})}$$

$$PP = 10 + \frac{\text{Rp. 173.795.000}}{\text{Rp. 271.361.480}}$$

$$PP = 10,64 \text{ tahun}$$

4.3.5 Profitable Index

Dalam menghitung nilai *profitable index* pada perancangan PLTS atap di Kandang Ayam CH Universitas Udayana dapat menggunakan persamaan berikut :

1. Skenario 1

Profitable index pada perancangan PLTS atap skenario 1 dapat dihitung menggunakan persamaan (9):

$$PI = \frac{K - PVNCF_{25}}{II}$$

$$PI = \frac{\text{Rp. 290.420.862}}{\text{Rp. 195.545.000}}$$

$$PI = 1,48$$

2. Skenario 2

Profitable index pada perancangan PLTS atap skenario 2 dapat dihitung menggunakan persamaan (9):

$$PI = \frac{K - PVNCF_{25}}{II}$$

$$PI = \frac{\text{Rp. 271.361.480}}{\text{Rp. 173.795.000}}$$

$$PI = 1,56$$

4.4 Hasil Analisis Kelayakan Investasi

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan hasil analisis sebagai berikut :

1. Analisis Kelayakan Investasi Skenario 1

Analisis kelayakan Investasi rancangan PLTS atap dengan pemasangan Berdasarkan sudut kemiringan optimal 14,66° disajikan pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3 Hasil Analisis Kelayakan Investasi Perancangan PLTS Atap Skenario 1

No.	Analisis Kelayakan	Kriteria Kelayakan	Hasil	Kesimpulan
1.	<i>Net Present Value</i> (NPV)	Layak (NPV > 0), Tidak Layak (NPV < 0)	Rp. 94.875.862	Investasi dianggap layak
2.	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	Layak (IRR > Suku bunga), Tidak Layak (IRR < Suku Bunga)	12,4%	Investasi dianggap layak

3.	<i>Payback Period</i> (PP)	Layak (PP < Umur Proyek), Tidak Layak (PP > Umur Proyek)	12,67 tahun	Investasi dianggap layak
4.	<i>Profitable Index</i> (PI)	Layak (PI > 1), Tidak Layak (PI < 1)	1,48	Investasi dianggap layak

Berdasarkan Tabel 3 bahwa perancangan PLTS atap skenario 1 menunjukkan hasil layak untuk diinvestasikan.

2. Analisis Kelayakan Investasi Skenario 2

Analisis kelayakan Investasi rancangan PLTS atap dengan pemasangan Berdasarkan sudut kemiringan atap sebesar 8° disajikan pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4 Hasil Analisis Kelayakan Investasi Perancangan PLTS Atap Skenario 2

No	Analisis Kelayakan	Kriteria Kelayakan	Hasil	Kesimpulan
1.	<i>Net Present Value</i> (NPV)	Layak (NPV > 0), Tidak Layak (NPV < 0)	Rp. 97.566.480	Investasi dianggap layak
2.	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	Layak (IRR > Suku bunga), Tidak Layak (IRR < Suku Bunga)	10,64%	Investasi dianggap layak
3.	<i>Payback Period</i> (PP)	Layak (PP < Umur Proyek), Tidak Layak (PP > Umur Proyek)	10,64 tahun	Investasi dianggap layak
4.	<i>Profitable Index</i> (PI)	Layak (PI > 1), Tidak Layak (PI < 1)	1,56	Investasi dianggap layak

Berdasarkan Tabel 4 perancangan PLTS atap skenario 2 menunjukkan hasil layak untuk diinvestasikan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan ekonomi perancangan PLTS atap *on-grid* di Kandang Ayam *Closed House* Universitas Udayana diperoleh hasil bahwa pada desain skenario 1 dengan acuan sudut pemasangan optimal sebesar 14,66° memerlukan biaya investasi sebesar Rp. 195.545.000 dengan lama pengembalian modal selama 12,67 tahun. Sedangkan,

desain skenario 2 dengan acuan sudut pemasangan kemiringan ril atap sebesar 8° memerlukan biaya investasi Rp. 173.795.000 dengan lama pengembalian modal selama 10,64 tahun.

Analisis ekonomi dan kelayakan investasi yang telah dilakukan pada rancangan PLTS menunjukkan hasil bahwa desain PLTS atap skenario 2 lebih layak diimplementasikan. Hal ini dikarenakan memerlukan biaya investasi awal yang lebih rendah dengan periode pengembalian modal yang lebih singkat dibandingkan desain skenario 1.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2024). Konferensi Pers Capaian 2023, Konsumsi Listrik Per Kapita Lebih Target. Jakarta. Dilihat pada 23 Mei 2024, <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderalketenagalistrikan>
- [2] Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konversi Energi (2023). Dilihat pada 18 Mei 2024. <https://ebtke.esdm.go.id/>
- [3] Nagari, A. P., & Sunarno, S. (2022). Efek dinamika faktor lingkungan terhadap perilaku ayam broiler di kandang close house. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 24(1), 8-20.
- [4] Anggasari, N. L. A., Giriantari, I. A. D., & Sukerayasa, I. W. (2023). Rancangan PLTS Atap di Gedung Rumah Jabatan Gubernur Provinsi Bali. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 10(4).
- [5] Sinaga, P. M., Ariastina, W. G., Sukerayasa, I. W., Giriantari, I. A. D., Setiawan, I. N., & Kumara, I. N. S. (2023). Analisis Ekonomi Rancangan PLTS Untuk Kawasan Warisan Budaya Dunia Jatiluwih. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 10(4).
- [6] Firmansyah, A. Y., Giriantari, I. A. D., & Sukerayasa, I. W. (2023). Perancangan PLTS Atap di Gedung Kantor Bupati Jembrana. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 10(4).
- [7] Pradika, G., Giriantari, I. A. D., & Setiawan, I. N. (2020). Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(2), 225..
- [8] Situmorang, M. A., Giriantari, I. D., & Setiawan, I. N. (2022). Perancangan Plts Atap Gedung Perpustakaan Universitas Udayana. *J. SPEKTRUM*, 9(2).
- [9] Zainuri. 2021. *Ekonomi Teknik*. Padang : CV. Jasa Surya.
- [10] Hiswandi, M. F., Iswahyudi, F., & Soeroto, W. M. (2023). Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem On-Grid di Pabrik Minuman Siap Saji. *Sebatik*, 27(1), 22-29.
- [11] Manurung, D. Y., Kumara, I. N. S., Ariastina, W. G., & Pangaribuan, J. (2022). Analisis Perkembangan Plts Di Provinsi Sumatera Selatan Menuju Target 296, 6 Mw Pada Tahun 2025. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 9(1)