

## **ANALISIS SISTEM PLTS *ON-GRID* DI TRANS STUDIO MALL CIBUBUR DENGAN KAPASITAS 1507 kWp DITINJAU DARI ASPEK EKONOMI TEKNIK**

<sup>1</sup>Benyamin Hernan Cresvo Hutasoit\*,<sup>2</sup> Susilo, <sup>3</sup>Judo Ignatius Nempung

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

<sup>1,2,3</sup> Jl. Mayjen Sutoyo No.2, Cawang, Jakarta Timur, 13630, DKI Jakarta

\*Corresponding author: [cresvohts1001@gmail.com](mailto:cresvohts1001@gmail.com)

### **Abstrak**

*PLTS yang dibangun di gedung Trans Studio Mall Cibubur adalah sistem on-grid yang bertujuan untuk mengurangi biaya listrik. Sistem ini memiliki kapasitas total 1507 kWp dan dapat menghasilkan 1.502.239,992 kWh per tahun. Selama Januari hingga Maret 2024, penghematan energi tercatat sebesar 406.560 kWh dari penggunaan tahunan sebesar 5.626.400 kWh yang tercatat pada September hingga November 2023. Hal ini menghasilkan penghematan biaya listrik sebesar Rp 421.106.125 dalam periode yang sama. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa investasi awal untuk PLTS ini adalah Rp 12.272.187.620, dengan biaya operasi dan pemeliharaan (O&M) sebesar Rp92.581.876 per tahun. Perhitungan menunjukkan Net Present Value (NPV) positif sebesar Rp5.125.472.158, dan Discounted Payback Period (DPP) sekitar 13 tahun 7 bulan. Break-Even Point (BEP) tercapai pada tahun ke-8,6, menandakan bahwa proyek ini dianggap investasi yang layak. Setelah titik impas tercapai, pendapatan dari PLTS ini akan menjadi keuntungan bersih. Oleh karena itu, sistem ini dinilai layak secara ekonomi teknik.*

**Kata Kunci:** *PLTS, On-Grid, Ekonomi Teknik*

### **Abstract**

*The photovoltaic (PV) system installed at Trans Studio Mall Cibubur operates as an on-grid system designed to lower electricity expenses. It boasts a total capacity of 1507 kWp and has the potential to produce approximately 1,502,240 kWh annually. Between January and March 2024, the system achieved an energy saving of 406,560 kWh, out of an annual usage of 5,626,400 kWh recorded from September to November 2023. This led to a reduction in electricity costs amounting to IDR 421,106,125 for the same timeframe. The economic assessment indicates an initial investment of IDR 12,272,187,620 for the PV system, with yearly operating and maintenance (O&M) costs of IDR 92,581,876. Financial calculations reveal a positive Net Present Value (NPV) of IDR 5,125,472,158 and a Discounted Payback Period (DPP) of approximately 13 years and 7 months. The Break-Even Point (BEP) is anticipated in the 8.6th year, confirming that the project is a sound investment. Post-breakeven, the revenue generated from the PV system will convert into net profit, affirming the system's economic viability.*

**Keywords :** *PLTS, On-Grid, engineering economics*

## 1. PENDAHULUAN

Bidang elektro kunci utama dikehidupan modern. Pertumbuhan populasi mengakibatkan peningkatan permintaan energi di masyarakat. Hingga kini, masyarakat umumnya bergantung pada sumber energi yang kurang ramah lingkungan. Karena itu, ada kesadaran yang meningkat untuk mencari alternatif sumber energi yang lebih bersih, seperti energi terbarukan. Peluang pengembangan PLTS di negara ini sangat besar karena letaknya yang berada di sekitar garis khatulistiwa.

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, mengungkapkan potensi energi surya di Indonesia melebihi 3.200 Giga Watt (GW), tetapi saat ini baru sekitar 200 Mega Watt (MW) yang telah dimanfaatkan. Kementerian ESDM telah menetapkan sasaran untuk mengembangkan sekitar 20,9 GW kapasitas pembangkit listrik berbasis energi terbarukan pada tahun 2030. Menjelang tahun 2060, Indonesia berencana untuk meningkatkan kapasitas listrik dari pembangkit baru dan terbarukan hingga lebih dari 700 GW, dengan target khusus untuk kapasitas pembangkit listrik tenaga surya mencapai 421 GW, yang akan mencakup hampir 60% dari total kapasitas pembangkit listrik. Ini menunjukkan adanya potensi pasar yang besar untuk pengembangan tenaga surya ke depannya.

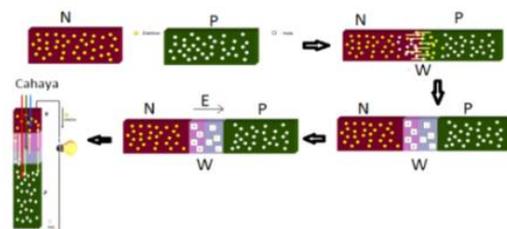
Dalam penelitian ini, penulis akan menganalisis sistem PLTS on-grid berdasarkan kajian pustaka sebelumnya. Aspek ekonomi teknik adalah subjek utama penelitian ini.. Ekonomi teknik merupakan disiplin yang mengintegrasikan prinsip-prinsip ekonomi dengan teknik untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam pengambilan keputusan teknis. Ini

melibatkan analisis biaya-manfaat, evaluasi proyek, dan keputusan investasi dalam konteks teknik. Tujuan dari ekonomi teknik adalah untuk mencapai hasil optimal dengan mempertimbangkan kedua aspek teknis dan ekonomi. Dalam konteks PLTS, ekonomi teknik akan mencakup analisis biaya dan manfaat terkait dengan implementasi sistem tersebut, termasuk investasi awal, biaya operasional, dan pengembalian investasi. Metode perhitungan yang digunakan mencakup Investasi Awal (biaya yang diperlukan untuk mendirikan dan memasang PLTS on-grid), O&M (biaya operasional dan pemeliharaan sistem selama masa pakai), Net Present Value (NPV) (nilai sekarang dari arus kas bersih selama masa pakai proyek), Discounted Payback Period (DPP) (waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi awal), dan Break-Even Point (BEP) (titik di mana pendapatan dari penjualan energi listrik sama dengan total biaya investasi).

## 2. KERANGKA TEORI

### 2.1 Definisi dan Prinsip Kerja PLTS

PLTS adalah sistem yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber daya untuk menghasilkan energi listrik melalui proses konversi energi matahari. Sistem ini menggunakan panel surya untuk menangkap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Selama proses ini, pembangkit tersebut beroperasi tanpa menghasilkan emis.



Gambar 1 Proses Konversi Energi Cahaya Menjadi Energi Listrik

Pada Gambar 1, ketika cahaya memiliki energi yang sedikit melebihi energi band-gap, elektron akan terlepas dari ikatan kovalennya. Jika energi cahaya terlalu tinggi, kelebihan energi ini akan diubah menjadi panas di dalam sel surya. Perbedaan muatan di area deplesi membentuk medan listrik internal yang menarik hole ke semikonduktor tipe p dan elektron ke semikonduktor tipe n. Medan listrik ini menyeimbangkan sambungan p-n dengan mengimbangi jumlah hole yang bergerak dengan jumlah hole yang tertarik kembali. Medan ini mencegah perpindahan total hole dan elektron antar semikonduktor, yang memungkinkan konversi cahaya menjadi energi listrik. Agar mencapai efisiensi maksimal, sel surya harus mampu menyerap sebanyak mungkin sinar matahari, mengurangi refleksi dan rekombinasi, serta meningkatkan konduktivitas material dengan energi band-gap yang besar agar dapat menyerap berbagai energi dari sinar matahari.<sup>[1]</sup>

## 2.2 Rumus Perhitungan Energi Yang Dihasilkan PLTS

1. Menghitung kebutuhan energi harian dilakukan dengan menjumlahkan konsumsi energi semua peralatan yang digunakan dalam sehari.<sup>[6]</sup>

$$E_L = \text{Persenan Backup Energi PLTS} \times \text{Total Beban} \quad (1)$$

Keterangan :

$E_L$  = Besar energi yang akan di bangkitkan (kWh /h)

Persenan Backup Energi PLTS = 0% -15%

2. Menentukan luas permukaan array surya.

$$PV \text{ array} = \frac{E_L}{G_{AV} \times \eta_{PV} \times \eta_{Out} \times FKT} \quad (2)$$

Keterangan :

PV array = Luas permukaan panel surya ( $m^2$ )

$E_L$  = Besar energi yang akan di bangkitkan (kWh/hari)

$G_{AV}$  = Intensitas Radiasi Matahari ( $kWh/m^2$  /hari)

$\eta_{PV}$  = Efisiensi panel surya (%)

$\eta_{Out}$  = Efisiensi keluaran sistem (%)

FKT = Faktor koreksi temperatur (%)

3. Menentukan besaran daya yang bisa dibangkitkan.<sup>[7]</sup>

$$P_{wattpeak} = \text{Luas Array} \times \text{PSI} \times \eta_{PV} \quad (3)$$

Keterangan :

$P_{wattpeak}$  = Daya yang akan di bangkitkan PLTS (Wp)

Luas Array = Luas permukaan array surya ( $m^2$ )

PSI = Peak Solar Insolation ( $1000 \text{ W}/m^2$ )

$\eta_{PV}$  = Efisiensi panel surya (%)

4. Menghitung jumlah panel yang akan terpasang.<sup>[7]</sup>

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{P_{wattpeak}}{P_{max}} \quad (4)$$

Keterangan :

$P_{wattpeak}$  = Daya yang akan di bangkitkan PLTS (Wp)

$P_{Max}$  = Kapasitas daya maksimal panel surya (W)

## 2.3 Komponen Utama PLTS On-Grid

PLTS *Grid-Connected*, yaitu panel surya yang terhubung dengan PLN. PLTS *On-Grid* memberikan manfaat tambahan kepada pengguna dengan menurunkan biaya tagihan listrik untuk rumah tinggal atau kantor.<sup>[8]</sup>

Modul fotovoltaik (PV) dan inverter adalah komponen inti dari PLTS *on-grid*. Modul fotovoltaik, atau panel surya, berfungsi untuk mengubah sinar

matahari menjadi listrik menggunakan sel-sel fotovoltaik. Sementara itu, inverter bertugas mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Arus AC ini kemudian dapat digunakan untuk peralatan rumah tangga atau disalurkan ke jaringan listrik PLN.<sup>[9]</sup>

## 2.4 Ekonomi Teknik

Ekonomi teknik (Engineering Economy) melibatkan serangkaian teknik yang dirancang untuk menilai berbagai pilihan dengan pendekatan sistematis berdasarkan kondisi tertentu. Ketika keputusan harus diambil di antara beberapa opsi yang telah memenuhi standar teknis, analisis ekonomi memainkan peran krusial dalam memberikan pertimbangan yang solid untuk memilih opsi terbaik.<sup>[10]</sup>

### 1. Life Cycle Cost (LCC)

LCC untuk sistem tenaga surya fotovoltaik dihitung dengan menentukan nilai kini seluruh biaya sistem (investasi awal, pemeliharaan, dan operasional) menggunakan formula berikut.<sup>[11]</sup>

$$LCC = C + M_{PW} \quad (5)$$

Keterangan :

LCC = Biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*).

C = Biaya investasi awal

$M_{PW}$  = Biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek.

Estimasi biaya operasional dan pemeliharaan tahunan PLTS adalah sekitar 1-2%, yang dapat dihitung dengan rumus berikut.<sup>[5]</sup>

$$A = 1\% \times C \quad (6)$$

Untuk menghitung nilai sekarang dari biaya tahunan tetap selama proyek, rumus ini dapat digunakan.<sup>[11]</sup>

$$M_{PW} = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (7)$$

Keterangan :

$M_{PW}$  = Biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek.

A = Biaya operasi dan pemeliharaan (O&M)/tahun

i = Tingkat diskonto.

n = Umur proyek.

### 2. Faktor Diskonto

Faktor ini menyesuaikan nilai penerimaan masa depan agar dapat dibandingkan dengan biaya saat ini. Faktor diskonto ditentukan dengan rumus berikut.<sup>[5]</sup>

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (8)$$

Keterangan :

DF = Faktor diskonto.

i = Tingkat Diskonto

n = Periode dalam tahun (umur investasi).

### 3. Faktor Pemulihan Modal (*Capital Recovery Factor*)

*Capital Recovery Factor* mengubah total aliran kas dari biaya siklus hidup (LCC) menjadi biaya tahunan tetap, yang disebut faktor pemulihan modal. Faktor ini dihitung menggunakan rumus:<sup>[5]</sup>

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (9)$$

Dengan :

CRF = Faktor pemulihan modal.

i = Tingkat diskonto.

n = Periode dalam tahun (umur investasi).

## 2.5 Teknik Analisis Kelayakan Investasi

### 1) Net Present Value (NPV)

Setiap aliran kas bersih didiskon ke nilai saat ini untuk membandingkan investasi awal dengan nilai saat ini dari semua aliran kas. Konsep ini disebut NPV.<sup>[5]</sup>

$$NPV = \sum_t^n \frac{NCF_t}{(1+i)^n} - I_a \quad (10)$$

Dengan:

$NCF_t$  = Net Cash Flow periode tahun ke-1 sampai tahun ke-n.

$I_a$  = Investasi awal (Initial Investment).

$i$  = Tingkat diskonto.

$n$  = Periode dalam tahun (umur investasi).

### 2) Profitability Index (PI)

Profitability Index, atau rasio manfaat terhadap biaya, mengukur perbandingan antara investasi awal dengan nilai saat ini dari total aliran kas bersih dan dapat dihitung dengan rumus tertentu:<sup>[5]</sup>

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t(1+i)^{-t}}{I_a} \quad (11)$$

Dengan:

$NCF_t$  = Net Cash Flow periode tahun ke-1 sampai tahun ke-n.

$I_a$  = Investasi awal (Initial Investment).

$i$  = Tingkat Diskonto

$n$  = Periode dalam tahun (Umur Investasi)

### 3) Discounted Payback Period (DPP)

Discounted Payback Period (DPP) mengukur waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan investasi awal dari arus kas bersih yang telah didiskontokan hingga jumlah tersebut mencapai nilai investasi awal.<sup>[6]</sup>

$$DPP = \text{Year Before Recovery} + \frac{I_a}{NPV_{\text{kumulatif}}} \quad (12)$$

Keterangan :

Year Before Recovery = Tahun sebelum modal investasi Kembali

Invesment Cost = Investasi Awal

$NPV_{\text{kumulatif}}$  = Penjumlahan NPV

### 4) Break-Event Point (BEP)

Break-Even Point, atau titik impas, adalah periode yang dibutuhkan untuk menutup biaya investasi dengan pendapatan dari proyek, dihitung menggunakan rumus tertentu.<sup>[11]</sup>

$$BEP = \frac{LCC}{W \times \text{Harga jual listrik}} \quad (13)$$

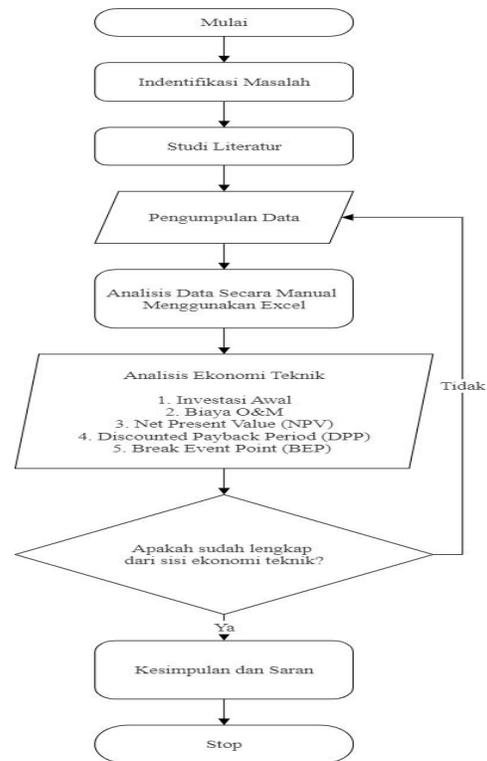
Keterangan :

BEP = Titik impas (Break Event Point)

$W$  : Energi listrik yang dihasilkan dalam setahun

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir



Gambar 2 Alur Penelitian

### 3.2 Pengambilan Data

Pengumpulan data adalah proses mengumpulkan informasi langsung dari lokasi penelitian untuk menjawab

pertanyaan penelitian. Studi ini memerlukan berbagai jenis data, termasuk:

1. Identifikasi sistem PLTS di lokasi penelitian.
2. Identifikasi data energi yang dihasilkan oleh PLTS di lokasi penelitian.
3. Pengumpulan data investasi dari sistem PLTS di lokasi penelitian.

### 3.3 Analisis Data

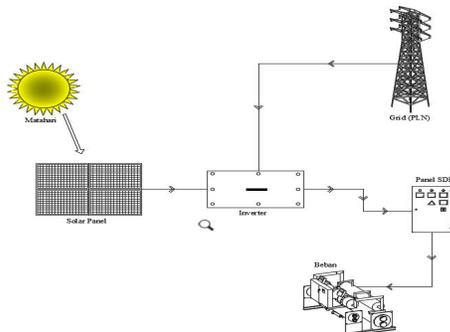
Studi ini menilai tahapan analisis ekonomi dan estimasi waktu pengembalian investasi sistem tenaga surya (PLTS).

Fokus utamanya meliputi:

1. Investasi awal.
2. *Break Event Point*.
3. Biaya *O&M*.
4. *Net Present Value* (NPV).
5. *Payback Periode* (PP).

### 3.4 Analisis Sistem PLTS

PLTS pada gedung TSM Cibubur terpasang menggunakan sistem *On-grid*. Energi yang dibangkitkan oleh PLTS disalurkan langsung ke inverter (DC-AC) yang kemudian dihubungkan ke panel SDP (*Sub Distribution Panel*). Inverter pada sistem ini juga berperan dalam mengatur keluaran dari PLTS. Jika PLTS menghasilkan energi yang tidak maksimal, maka inverter bertugas mengirimkan informasi ke panel SDP untuk mengimbangi kekurangan energi yang dihasilkan oleh PLTS dari PLN.



Gambar 3 Blok Diagram PLTS *On-Grid* TSM Cibubur

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Energi Yang Dibangkitkan PLTS dan Data Beban Pada PLTS

Energi yang dibangkitkan PLTS pada gedung Trans Studio Mall Cibubur sebesar 1.507.000 wp dengan luas atap 9,567.08 m<sup>2</sup>, dan untuk luas keseluruhan PV array sebesar 7065,68184 m<sup>2</sup>.

Tabel 1 Pemakaian Listrik Bulanan Dari PLTS

Tahun 2024	Pemakaian Listrik (kWh)	Total (kWh)	Total Rata-Rata (kWh)
Bulan			
Januari	118.380	375.560	125.186,666
Februari	126.020		
Maret	131.160		

Jika diasumsikan daya yang dihasilkan dari PLTS sebesar 125.186,666 kWh per bulan. Maka, daya yang dikeluarkan oleh PLTS selama setahun sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Total energi yang dibangkitkan PLTS} &= 12 \times 125.186,666 \\ \text{Total energi yang dibangkitkan PLTS} &= 1.502.239,992 \text{ kWh} \\ &\text{/tahun} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah beban yang ditanggungjawab oleh PLTS selama 6 jam dari jam 10.00 - 16.00 WIB.

Tabel 2 Beban PLTS

No.	Nama Komponen	Unit	STAND KWH METER		JUM AI KW
			AWAL	AKHIR	
1.	CHILLER 1	1	5.004.673,70	5.006.588,60	1.9190
2.	CHILLER 2	2	3.857.169,10	3.860.530,50	3.3640
TOTAL PEMAKAIAN CHILLER HARIAN					5.2

Pada tabel 2 terlihat total pemakaian daya sebesar 5.276,30 kWh untuk pemakaian 1 hari.

## 4.2 Pengolahan dan Hasil Data

### 4.2.1 Biaya Pembangunan PLTS

Untuk analisis ekonomi teknik PLTS on-grid, penting memperkirakan biaya komponen dan durasi proyek 25 tahun. Tabel 4.5 menunjukkan total biaya Rp 12.272.187.620.

Tabel 3 Anggaran Biaya Pembangunan PLTS

No.	Nama Komponen	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
		a		b	c = a x b
1.	Modul Surya Tiger Pro 72HC 530-550 Watt	2.740	Unit	1.895.000	5.192.300.000
2.	Inverter SUN2000-115KTL-M2	12	Unit	58.166.290	697.995.480
3.	Aluminium Rail Tipe H (2,4m)	1.370	Meter (m)	285.000	390.450.000
4.	Mid Clamp	4.932	Meter (m)	31.025	153.015.300
5.	End Clamp	548	Meter (m)	13.500	7.398.000
6.	Lock/stand clamp	2.740	Meter (m)	3.266	8.948.840
7.	Kabel PLTS Ke Junction	2.000	Meter (m)	24.000	48.000.000
8.	Kabel Junction Inverter	78.000	Meter (m)	35.000	2.730.000.000
9.	Kabel Inverter Ke PLN	80	Meter (m)	376.000	30.080.000
Harga Komponen					9.258.187.620
10.	Biaya Pemasangan	1.507	1 kWp	2.000.000	3.014.000.000
Total Harga					12.272.187.620

## 4.3 Analisis Terhadap Hasil Pengolahan Data

### 4.3.1 Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional dan pemeliharaan (O&M) adalah biaya tahunan untuk menjaga agar komponen tetap berfungsi. Estimasi biaya O&M pada PLTS biasanya sekitar 1-2% dari total biaya komponen.

$$A = p \times q$$

$$= 1\% \times 9.258.187.620$$

$$= Rp. 92.581.876$$

Biaya O&M sebesar Rp 92.581.876, yang akan dihitung

menggunakan suku bunga 6,50% selama 25 tahun.

$$M_{PW} = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$= 92.581.876 \left[ \frac{(1+0,065)^{25} - 1}{0,065(1+0,065)^{25}} \right]$$

$$= Rp. 1.143.849.077,98,$$

### 4.4.2 Biaya Perhitungan LCC

Perhitungan biaya LCC melibatkan penjumlahan antara biaya investasi awal dan biaya O&M selama 25 tahun.

$$LCC = Ia + M_{PW}$$

$$LCC = 12.272.187.620$$

$$+ 1.143.849.077,98$$

$$= Rp. 13.416.036.697,98, -$$

Dan untuk perhitungan *Discount factor* adalah:

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

$$= \frac{1}{(1+0,065)^{25}}$$

$$= 0,20718$$

Analisis data menunjukkan sistem PLTS on-grid di Gedung Trans Studio Mall Cibubur dapat beroperasi 25 tahun. Pada Mei 2024, suku bunga BI 6,50%, total biaya LCC Rp13.416.036.697,98, dan diskon faktor 0,20718.

### 4.4.3 Faktor Pemulihan Modal (Capital Recovery Factor)

Perhitungan CRF digunakan untuk mengonversi biaya siklus hidup 25 tahun menjadi biaya tahunan yang sama besar.

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

$$= \frac{0,065(1+0,065)^{25}}{(1+0,065)^{25} - 1}$$

$$= 0,08198 \approx 0,082$$

Hasil dari analisis perhitungan data diatas menunjukkan jumlah CRF sebesar 0,08198.

#### 4.4.4 Biaya Penghematan Pembayaran Energi Listrik

Pemakaian listrik sebelum dan sesudah menggunakan PLTS. Pada tahun 2023, pemakaian listrik sebesar 5.626.400 kWh, dan pada 2024 terjadi penurunan sebesar 406.560 kWh dengan penghematan 7,23%.

Pembayaran tarif PLN pada gedung Trans Studio Mall Cibubur masuk dalam golongan B-3 dimana harga listriknya sebesar Rp 1.035,78/kWh.<sup>[13]</sup> Pada tabel 4.8 tarif yang dikeluarkan oleh gedung sebesar:

Tabel 5 Biaya Listrik TSM Cibubur

Tahun 2023	Biaya Listrik (Rp)	Tahun 2024	Biaya Listrik (Rp)	Penghematan Biaya Listrik (Rp)	(%)
Bulan		Bulan			
September	1.920.584.707	Januari	1.769.112.240	151.472.467	7,8868
Oktober	1.933.676.966	Februari	1.853.797.613	79.879.353	4,1310
November	1.973.450.918	Maret	1.783.696.613	189.754.305	9,6154
Total	5.827.712.591	Total	5.406.606.466	421.106.125	7,2259
Rata-Rata	1.942.570.864	Rata-Rata	1.802.202.155	140.368.708	7,2110

Penghematan biaya listrik setelah memasang PLTS sebesar Rp 421.106.125,-.

#### 4.4.5 Net Present Value (NPV)

Tabel 7 Pengolahan Aliran Kas PLTS

Periode	Biaya Investasi Awal	Arus Kas Masuk	Arus Kas Keluar	Arus Kas Bersih	DF	PWCF	Kumulatif PWCF
0	12.272.187.620				1		
1		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,9390	1.339.235.601,8779	1.339.235.601,8779
2		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,8817	1.257.498.217,7258	2.596.733.819,6037
3		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,8278	1.180.749.500,2120	3.777.483.319,8156
4		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,7773	1.108.684.976,7249	4.886.168.296,5405
5		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,7299	1.041.018.757,4881	5.927.187.054,0286
6		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,6853	977.482.401,3973	6.904.669.455,4260
7		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,6435	917.823.851,0773	7.822.493.306,5032
8		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,6042	861.806.432,9364	8.684.299.739,4397
9		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,5674	809.207.918,2502	9.493.507.657,6898
10		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,5327	759.919.641,5494	10.253.327.299,2393
11		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,5002	713.445.672,8164	10.966.772.972,0557
12		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,4697	669.902.040,2032	11.636.675.012,2588
13		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,4410	629.016.000,1908	12.265.691.012,4496
14		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,4141	590.625.352,2918	12.856.316.364,7414
15		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,3888	554.577.795,5792	13.410.894.160,3206
16		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,3651	520.730.324,4875	13.931.624.484,8080
17		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,3428	488.948.661,4906	14.420.573.146,2986
18		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,3219	459.106.724,4043	14.879.679.870,7029
19		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,3022	431.086.126,2012	15.310.765.996,9042
20		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,2838	404.775.705,3533	15.715.541.702,2574
21		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,2665	380.071.084,8387	16.095.612.787,0962
22		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,2502	356.874.258,0646	16.452.487.045,1607
23		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,2349	335.093.200,0606	16.787.580.245,2213
24		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,2206	314.641.502,4043	17.102.221.747,6257
25		1.518.867.792	92.581.876	1.426.285.916	0,2071	295.438.030,4266	17.397.659.778,0523

NPV dapat dihitung dari total nilai sekarang arus kas bersih Rp 17.397.778.0523 dikurangi investasi awal Rp 12.272.187.620.

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

$$= 17.397.659.778,0523 - 12.272.187.$$

$$= Rp. 5.125.472.158, -$$

NPV positif sebesar Rp. 5.125.472.158 menunjukkan investasi PLTS Rooftop di gedung TSM Cibubur layak.

#### 4.4.6 Profitability Index (PI)

Aliran kas bersih saat ini adalah Rp. 5.125.472.158, dengan investasi awal Rp. 12.272.187.620. Langkah selanjutnya adalah menghitung Profitability Index (PI).

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t(1+i)^{-t}}{Ia}$$

$$= \frac{17.397.659.778,0523}{12.272.187.620}$$

$$= 1,4176$$

Nilai PI sebesar 1,4176 menunjukkan investasi PLTS Rooftop di TSM Cibubur layak.

#### 4.4.7 Discounted Payback Period (DPP)

Pada tahun ke-13, aliran kas bersih kumulatif hampir setara dengan investasi awal, dengan selisih sekitar Rp. 6,5 miliar. Pada tahun ke-25, aliran kas bersih total meningkat menjadi Rp. 17,4 miliar. Durasi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DPP} &= \text{Year Before Recovery} \\ &+ \frac{I_a}{\text{NPV}_{\text{Kumulatif}}} \\ &= 13 + \frac{12.272.187.620}{17.397.659.778,0523} \\ &= 13,7053 \\ &\approx 13 \text{ tahun } 7 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selama 13 tahun 7 bulan menunjukkan bahwa pemasangan PLTS rooftop di gedung TSM Cibubur layak, karena nilai DPP lebih rendah dari umur proyek yang direncanakan 25 tahun.

#### 4.4.8 Break Even Point

BEP (unit) dapat dihitung dengan parameter berikut :

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{LCC}{W \times \text{Harga jual listrik}} \\ &= \frac{13.416.036.697,98}{1.502.240,4 \times 1.035,78} \\ &= 8,6221 \approx 8,6 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

Hasil dari analisis perhitungan data diatas menunjukan bahwa pembangunan PLTS on-grid mendapatkan titik balik modal atau titik impas saat 8,6 tahun.

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan ketika menggunakan PLTS on-grid,

didapatkan total penghematan energi sebesar 406.560 kWh pada bulan januari sampai maret 2024 dari total pemakaian listrik sebesar 5.626.400 kWh pada bulan september sampai november 2023. Sehingga, penghematan biaya pembayaran listrik sebesar Rp. 421.106.125 pada bulan januari sampai maret 2024 dari biaya pembayaran total pada bulan september sampai november 2023, sehingga dapat dikatakan cukup baik dalam penghematan pembayaran energi listrik.

2. Berdasarkan perhitungan ekonomi teknik, biaya produksi yang dihasilkan adalah sebesar Rp. 12.272.187.620,-, dengan biaya Operasi & Pemeliharaan (O&M) senilai Rp. 92.581.876,-. *Net Present Value* (NPV) yang diperoleh adalah positif, sebesar Rp. 5.125.472.158 (>0), dengan *Discounted Payback Period* (DPP) sekitar 13 tahun 7 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa instalasi PLTS atap di gedung TSM Cibubur layak, karena DPP-nya lebih kecil dibandingkan dengan umur proyek yang direncanakan selama 25 tahun. Selain itu, *Break-Even Point* (BEP) dari analisis data menunjukkan bahwa pengembalian modal atau titik impas akan tercapai pada tahun ke 8,6, yang mengindikasikan bahwa investasi PLTS atap di gedung TSM Cibubur layak.

### 5.2 Saran

Sistem PLTS di gedung TSM Cibubur berfungsi dengan baik karena mampu mengurangi biaya operasional secara signifikan, namun saat ini hanya beroperasi selama jam 10.00 hingga 16.00 WIB. Oleh karena itu, penulis mengusulkan untuk mempertimbangkan pemanfaatan PLTB atau sumber energi

terbarukan lainnya untuk mendukung jam operasional (16.00-22.00 WIB).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wijaya, I. H., I. S. Kumara, and Waya Gede Ariastina. "Analisis PLTS Atap 10 kWp On Grid Kantor DPRD Provinsi Bali." *Jurnal SPEAKTRUM* (2022). [file:///C:/Users/USER/Downloads/90061469-294833-1-10-20220729%20\(8\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/90061469-294833-1-10-20220729%20(8).pdf)
- [2] Jalaluddin, Rahmat, and Yanuar Mahfudz Safarudin. "Perbandingan Biaya Perancangan Plts On-Grid dan Off-Grid pada Laboratorium Listrik PPSDM MIGAS." *Prosiding Seminar Nasional NCIET*. Vol. 1. No. 1. 2020. DOI: <https://doi.org/10.32497/nciet.v1i1.76>
- [3] Hutajulu, Albert Gifson, Masbah RT Siregar, dan Mohammad Priyo Pambudi. "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid di Ecopark Ancol." *TESLA: Jurnal Teknik Elektro* 22.1 (2020): 23-33. DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v2i1.7333>
- [4] Zebua, Osea, and Zulmiftah Huda. "Analisis Kelayakan Ekonomi dan Self-Consumption dari PLTS On-grid dan Hibrid Kapasitas 1328 kWp." *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* 18.1 (2024): 41-49. DOI: <https://doi.org/10.23960/elc.v18n1.2617>
- [5] Suhendar, Suhendar. "DASAR-DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA." (2022).
- [6] Kariongan, Yakobus, and Joni Joni. "Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika." *Jurnal Pendidikan Tambusai* 6.1 (2022): 3763-3773.
- [7] Sudarjo, Noor Hajir, Muhamad Haddin, and Agus Suprajitno. "Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur." *Elektrika* 14.1 (2022): 20-25.
- [8] Samsurizal, Kartika Tresya, Miftahul Fikri, and Christiono Nurmiati Pasra. "Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)." *Institut Teknologi PLN*. Jakarta (2021).
- [9] Rudiyanto, Bayu, Risse Entikaria Rachmanita, and Azamataufiq Budiprasojo. "Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya." *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya* (2023).
- [10] I Nyoman Pujawan (pengarang); Jessica Deviyanti (editor); Lidya Mayasari (editor). *Ekonomi teknik / Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M. Eng., Ph.D, CSCP ; editor isi, Jessica Deviyanti ; editor, Lidya Mayasari*. Yogyakarta :: Lautan Pustaka, 2019; © 2019.
- [11] Mulyani, Sri, and Ahmad Rosyid Idris. "Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Aerator dan Alat Pemberi Pakan Ikan." *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*. Vol. 9. No. 1. 2023
- [12] <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/bi-rate.aspx>
- [13] <https://web.pln.co.id/statics/upload/s/2024/02/Surat-ke-Unit-Penetapan-TA-Bulan-Januari-Maret-2024-3.jpg>