

Studi Kelayakan Investasi Sistem PLTS Atap On-Grid 3 kWp Pada Gedung PT Lisensi

Rahmat Hidayat Hamidi^{1,*}, Linda Faridah², Andri Ulus Rahayu³

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 1 Maret 2026
Direvisi: 12 April 2026
Diterima: 1 Agustus 2026

Kata kunci:

Analisis Ekonomi
Kelayakan Investasi
PLTS on-grid

Keywords:

Economic analysis
Investment Feasibility
On-grid Photovoltaic System

Penulis Korespondensi:

Rahmat Hidayat Hamidi
Email:
rahmathamidi97@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi listrik di Indonesia mendorong pemanfaatan sumber energi terbarukan melalui penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap. Penelitian terkait PLTS on-grid umumnya berfokus pada sistem berkapasitas besar, sedangkan kajian pada sistem skala kecil untuk bangunan perkantoran masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis kelayakan teknis dan ekonomi sistem PLTS atap on-grid berkapasitas 3 kWp pada Gedung PT Lisensi. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui pengumpulan data beban listrik, simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst, serta analisis ekonomi menggunakan metode Life Cycle Cost (LCC), Net Present Value (NPV), Profitability Index (PI), Discounted Payback Period (DPP), dan Break-Even Point (BEP). Hasil simulasi menunjukkan produksi energi sebesar 4.475,8 kWh per tahun atau memenuhi sekitar 78% kebutuhan listrik gedung. Hasil analisis ekonomi menunjukkan nilai NPV sebesar Rp48.829.240, $PI > 1$, DPP 7,4 tahun, dan BEP pada tahun ke-6,9. Berdasarkan hasil tersebut, sistem PLTS atap on-grid 3 kWp layak diterapkan secara teknis dan ekonomis pada bangunan perkantoran skala kecil.

The growing demand for electricity in Indonesia is driving the use of renewable energy sources through the implementation of rooftop solar power plants (PLTS). Research on grid-connected solar power plants generally focuses on large-scale systems, while studies on small-scale systems for office buildings remain limited. This study aims to analyze the technical and economic feasibility of a 3 kWp on-grid rooftop SPP system at the PT Lisensi building. The research method employs a descriptive quantitative approach through the collection of electricity load data, simulation using PVsyst software, and economic analysis using the Life Cycle Cost (LCC), Net Present Value (NPV), Profitability Index (PI), Discounted Payback Period (DPP), and Break-Even Point (BEP) methods. Simulation results indicate an annual energy production of 4,475.8 kWh, meeting approximately 78% of the building's electricity needs. The economic analysis results show an NPV of Rp48,829,240, a $PI > 1$, a DPP of 7.4 years, and a BEP in the 6.9th year. Based on these results, a 3 kWp on-grid rooftop solar power system is technically and economically feasible for small-scale office buildings.

Copyright © 2026 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Permintaan energi listrik di Indonesia mengalami peningkatan yang konsisten seiring dengan pertumbuhan penduduk, ekspansi sektor industri, dan pembangunan infrastruktur yang terus berlangsung. Hingga kini, sebagian besar listrik masih dihasilkan dari sumber energi fosil yang ketersediaannya semakin menipis serta memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam menghadapi kondisi tersebut, pemerintah Indonesia mengeluarkan Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021–2030 dengan sasaran peningkatan porsi energi baru terbarukan (EBT) hingga 23% pada tahun 2025 sebagai langkah strategis menuju sistem energi yang berkelanjutan [1].

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan, mengingat posisi geografis negara ini berada di wilayah tropis dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari [2]. Potensi energi tersebut menjadikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai alternatif yang efisien untuk menurunkan ketergantungan terhadap energi fosil sekaligus menghemat biaya operasional listrik pada berbagai fasilitas publik maupun bangunan komersial [3]. Sistem PLTS *on-grid* menjadi pilihan utama karena dapat langsung terhubung dengan jaringan PLN tanpa memerlukan baterai penyimpanan, sehingga efisien dari sisi biaya dan perawatan [1].

Sistem PLTS *on-grid* beroperasi dengan memanfaatkan modul *fotovoltaik* (PV) untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik yang kemudian dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) melalui inverter. Daya listrik yang dihasilkan dapat langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan beban atau disalurkan ke jaringan listrik melalui mekanisme *net metering*. Teknologi ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain biaya perawatan yang relatif rendah, umur operasional yang panjang, serta efisiensi konversi energi yang tinggi [2]. Selain itu, penerapan PLTS atap juga mendukung implementasi konsep *green building* dan efisiensi energi pada sektor industri maupun perkantoran [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menganalisis performa dan kelayakan sistem PLTS *on-grid*. Penelitian oleh Kines [1] menggunakan simulasi sistem dan analisis ekonomi pada PLTS *on-grid* berkapasitas 270 kWp di Kantor PLN UID Lampung dengan parameter evaluasi berupa produksi energi, NPV, dan periode pengembalian investasi. Penelitian tersebut menunjukkan hasil yang layak secara ekonomi, namun berfokus pada sistem berkapasitas besar. Halim [2] membandingkan sistem PLTS *on-grid* dan *off-grid* berdasarkan parameter teknis dan biaya investasi untuk menentukan konfigurasi sistem yang paling efisien, tetapi belum membahas implementasi pada bangunan perkantoran skala kecil. Sementara itu, Hiswandi dkk. [4] melakukan analisis kelayakan investasi PLTS atap pada industri minuman siap saji menggunakan parameter ekonomi berupa NPV dan *payback period*, namun penelitian tersebut lebih difokuskan pada sektor industri dengan kapasitas sistem yang lebih besar.

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar studi masih berfokus pada sistem PLTS berkapasitas menengah hingga besar dengan asumsi ekonomi dan karakteristik beban yang berbeda dari bangunan perkantoran skala kecil. Selain itu, kajian yang mengintegrasikan analisis teknis menggunakan PVsyst dan evaluasi ekonomi pada sistem PLTS *on-grid* 3 kWp masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kelayakan teknis dan ekonomi sistem PLTS atap *on-grid* berkapasitas 3 kWp pada Gedung PT Lisensi sebagai referensi penerapan PLTS skala kecil pada bangunan perkantoran.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem yang memanfaatkan radiasi matahari dan mengubahnya menjadi listrik melalui modul *fotovoltaik*. Sel surya, yang terbuat dari bahan semikonduktor, mengubah energi foton menjadi arus searah (DC). Arus ini kemudian diubah menjadi arus bolak-balik (AC) oleh inverter sehingga dapat digunakan oleh beban listrik atau disalurkan ke jaringan listrik umum. Dari segi konfigurasi, PLTS dapat dibagi menjadi sistem *On-Grid* yang terhubung ke jaringan PLN, sistem *Off-Grid* yang beroperasi secara mandiri dengan bantuan baterai sebagai penyimpanan energi, dan sistem *Hybrid* yang menggabungkan keduanya untuk meningkatkan keandalan pasokan listrik [5].

Sistem PLTS *On-Grid* adalah jenis pembangkit listrik tenaga surya yang terintegrasi langsung dengan jaringan listrik umum (*grid*). Energi listrik yang dihasilkan oleh modul *fotovoltaik* dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan daya beban, dan apabila terjadi surplus produksi, kelebihan energi tersebut akan disalurkan ke jaringan PLN melalui skema *net metering*. Sistem ini tidak memerlukan baterai

sebagai penyimpan energi karena listrik yang dihasilkan dapat langsung digunakan atau dikirim ke jaringan distribusi. Hal ini menjadikan sistem *on-grid* lebih efisien dan memiliki biaya investasi yang relatif lebih rendah dibandingkan sistem *off-grid*. Berdasarkan penerapannya, sistem PLTS *On-Grid* banyak digunakan pada bangunan komersial, pemerintahan, dan perumahan karena mampu menekan biaya tagihan listrik sekaligus mendukung peningkatan pemanfaatan energi baru terbarukan di Indonesia [6].

Komponen utama dalam sistem tenaga surya terhubung jaringan (*On-Grid*) meliputi modul surya dan inverter. Modul surya menangkap energi radiasi matahari dan mengubahnya menjadi arus searah (DC) melalui mekanisme *fotovoltaik*. Selanjutnya, inverter mengubah arus DC menjadi arus bolak-balik (AC) sehingga dapat digunakan oleh peralatan listrik atau didistribusikan ke jaringan PLN. Sistem ini juga dilengkapi dengan perangkat perlindungan dan pengukuran energi untuk menjaga keamanan dan efisiensi operasional tanpa memerlukan baterai penyimpanan [7]. PVsyst adalah perangkat lunak untuk simulasi dan analisis sistem PLTS, baik *on-grid* maupun *off-grid*. Program ini membantu menghitung potensi energi, efisiensi sistem, serta kelayakan investasi berdasarkan data cuaca dan konfigurasi teknis. Dengan fitur simulasi lengkap, PVsyst banyak digunakan dalam perencanaan dan evaluasi proyek PLTS [8].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk mengevaluasi kelayakan investasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap *on-grid* berkapasitas 3 kWp ditinjau dari aspek teknis dan ekonomi. Metode penelitian ini meliputi beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, simulasi sistem, analisis teknis, serta analisis ekonomi.

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Data primer, berupa hasil survei lapangan pada Gedung PT Lisensi meliputi kapasitas daya terpasang, jumlah beban listrik, serta durasi penggunaan peralatan listrik harian.
2. Data sekunder, meliputi data iradiasi matahari, suhu lingkungan dari database PVsyst (Global Solar Atlas dan Meteonorm), serta tarif listrik PLN dan tingkat suku bunga bank Indonesia pada periode penelitian (Oktober 2025).

Estimasi kebutuhan energi listrik tahunan pada penelitian ini dihitung berdasarkan inventaris peralatan listrik dan pola penggunaan harian gedung sebagai dasar perancangan sistem PLTS.

2.2 Simulasi Sistem

Perancangan dan analisis sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak PVsyst untuk mensimulasikan kinerja sistem PLTS *on-grid*. Tahapan simulasi meliputi:

1. Menentukan kapasitas sistem sebesar 3 kWp dengan konfigurasi modul surya Trina Solar 500 WP sebanyak 6 unit.
2. Menentukan jenis inverter Growatt 2.5 kW *on-grid* sesuai spesifikasi sistem.
3. Memasukkan data meteorologi lokasi penelitian, orientasi modul (azimuth 0° dan tilt 15°), serta efisiensi komponen sistem.
4. Menjalankan simulasi untuk memperoleh nilai produksi energi tahunan, *losses* diagram, dan performa sistem.

Hasil simulasi digunakan sebagai dasar perhitungan produksi energi dan perbandingan konsumsi listrik tahunan gedung.

2.3 Analisis Teknis

Analisis teknis dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem PLTS dari sisi potensi produksi energi dan efisiensi konversi daya. Nilai produksi energi tahunan diambil dari hasil simulasi PVsyst, sedangkan kebutuhan energi dihitung berdasarkan total konsumsi beban listrik gedung. Perbandingan antara energi yang dihasilkan dan konsumsi energi aktual digunakan untuk menentukan tingkat pemenuhan beban oleh sistem PLTS serta efisiensi operasional sistem.

2.4 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi mencakup berbagai metode yang digunakan untuk menilai alternatif pilihan secara sistematis berdasarkan kondisi tertentu. Saat harus menentukan keputusan di antara beberapa opsi

yang telah memenuhi kriteria teknis, analisis ekonomi memiliki peran penting dalam memberikan dasar pertimbangan yang kuat untuk memilih alternatif yang paling optimal [9].

2.4.1 *Life Cycle Cost (LCC)*

Analisis ini dilakukan dengan menentukan nilai sekarang dari seluruh komponen biaya, yang mencakup biaya investasi awal, biaya perawatan, serta biaya operasional selama masa penggunaan sistem. Perhitungan tersebut menggunakan rumus sebagai berikut [10].

$$LCC = C + MPW \quad (1)$$

Keterangan:

LCC = total biaya proyek selama masa pakainya

C = biaya awal yang dikeluarkan

MPW = biaya perawatan dan operasional sepanjang umur proyek

Estimasi biaya perawatan dan operasional per tahun untuk sistem PLTS berkisar antara 1–2% dari total biaya awal yang dikeluarkan, yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [11].

$$A = 1\% \times C \quad (2)$$

Nilai kini dari biaya tahunan tetap selama masa proyek dapat dihitung menggunakan rumus:

$$M_{PW} = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (3)$$

Keterangan :

MPW = biaya perawatan dan operasional selama umur proyek

A = biaya perawatan dan operasional /tahun

i = tingkat diskonto

n = umur proyek.

2.4.2 *Discount Factor*

Faktor ini berfungsi untuk menyesuaikan nilai penerimaan di masa depan sehingga dapat dibandingkan dengan biaya pada saat ini. Nilai faktor diskonto dapat dihitung menggunakan rumus berikut [11].

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

Keterangan:

DF = faktor diskonto

i = tingkat diskonto

n = umur proyek

2.4.3 *Capital Recovery Factor (CRF)*

CRF digunakan untuk mengubah biaya siklus hidup total menjadi biaya tahunan tetap. Nilai faktor ini dapat dihitung menggunakan rumus berikut [11].

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i) - 1} \quad (5)$$

Keterangan:

CRF = tingkat pemulihan modal

I = tingkat diskonto

n = umur proyek

2.5 Analisis Kelayakan Investasi

2.5.1 Net Present Value (NPV)

Setiap arus kas bersih dikonversi ke nilai kini agar dapat dibandingkan antara biaya awal yang dikeluarkan dengan nilai kini dari seluruh arus kas yang dihasilkan [11].

$$NPV = \sum_t^n \frac{NCF_t}{(1+i)^n} - Ia \quad (6)$$

Keterangan:

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

Ia = investasi awal

i = tingkat diskonto

n = umur proyek

1. Profitability Index (PI)

digunakan untuk menilai perbandingan antara investasi awal dengan nilai kini dari seluruh arus kas bersih yang dihasilkan, dan dapat dihitung menggunakan rumus berikut [11]

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t (1+i)^{-t}}{Ia} \quad (7)$$

Keterangan:

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

Ia = biaya awal yang dikeluarkan (investasi awal)

i = tingkat diskonto

n = umur proyek

2.5.2 Discounted Payback Period (DPP)

Metode yang digunakan untuk menghitung jangka waktu yang diperlukan guna mengembalikan investasi awal melalui arus kas bersih yang telah didiskontokan hingga totalnya setara dengan nilai investasi awal [11].

$$DPP = \text{Year Before Recovery} + \frac{Ia}{NPV_{Kumulatif}} \quad (8)$$

Keterangan:

Year Before Recovery = Tahun sebelum modal investasi kembali

Ia = Investasi awal

$NPV_{Kumulatif}$ = Penjumlahan NPV

2.5.3 Break-Even Point (BEP)

BEP atau titik impas, merupakan periode waktu yang diperlukan agar pendapatan dari suatu proyek dapat menutupi seluruh biaya investasinya. Nilai BEP dapat ditentukan dengan menggunakan rumus tertentu [10].

$$BEP = \frac{LCC}{W \times \text{Harga jual listrik}} \quad (9)$$

Keterangan :

BEP = Titik impas (Break Even Point)

W = Energi

III. HASIL DAN DISKUSI

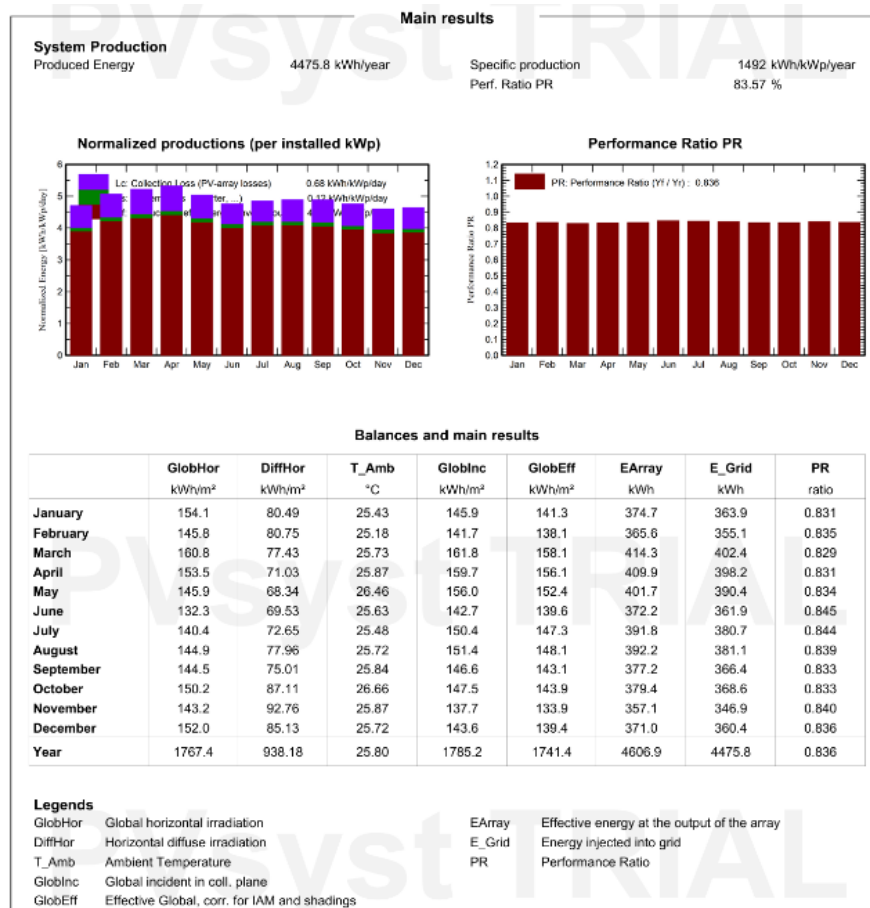
3.1 Data Beban Listrik

Tabel 1. Beban Listrik Kantor PT LISENSI

No	Jenis Peralatan	Power (Watt)	Jumlah (n)	Total (Jam)	Total Energy (Wh)
1	Lampu LED PHILIPS	12	10	8	960
2	Lampu LED Downlight PHILIPS	18	14	8	2.016
3	Neon Box	120	1	14	1.680
4	Dispenser Polytron PWC-500X	140	1	8	1.120
5	Kipas Azko Kris	75	2	8	1.200
6	CCTV	10	1	24	240
7	Personal Computer/Laptop	250	4	8	1000
8	Pompa Air	500	1	1	500
Total					15.716

Berdasarkan Tabel 1, total konsumsi energi listrik harian di Gedung PT LISENSI sebesar 15,716 kWh/hari atau sekitar 5.736,34 kWh per tahun. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar perancangan sistem PLTS berkapasitas 3 kWp untuk memenuhi sebagian kebutuhan energi listrik gedung.

3.2 Produksi Energi PLTS Dengan Simulasi Pvsyst



Gambar 1. Hasil Simulasi Pvsyst

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst, sistem PLTS *on-grid* 3 kWp menghasilkan energi listrik sebesar 4.475,8 kWh per tahun dengan nilai *specific yield* sebesar 1.492 kWh/kWp/tahun. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap 1 kWp kapasitas terpasang mampu menghasilkan energi listrik sebesar 1.492 kWh per tahun sehingga sistem memiliki potensi produksi energi yang cukup baik pada lokasi penelitian.

Hasil simulasi juga menunjukkan nilai *Performance Ratio* (PR) sebesar 83,57%. Nilai PR menggambarkan tingkat efisiensi sistem PLTS secara keseluruhan setelah memperhitungkan berbagai rugi-rugi sistem (*system losses*). Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem PLTS bekerja dengan performa yang baik karena nilai PR sistem PLTS umumnya berada pada rentang 70–90%.

Selain itu, energi keluaran array (*EArray*) sebesar 4.606,9 kWh menunjukkan total energi DC yang dihasilkan modul surya sebelum melewati inverter, sedangkan energi yang disalurkan ke jaringan (*EGrid*) sebesar 4.475,8 kWh menunjukkan energi AC setelah proses konversi inverter. Selisih antara kedua parameter tersebut menunjukkan adanya rugi-rugi inverter dan sistem. Pada diagram *normalized production* terlihat bahwa rugi-rugi array (*array losses*) dan rugi-rugi sistem masih berada pada batas normal sehingga tidak memberikan penurunan performa yang signifikan terhadap produksi energi tahunan sistem PLTS.

3.3 Analisis Ekonomi

3.3.1 Biaya Investasi Awal

Tabel 2. Rincian Biaya Komponen PLTS

Komponen PLTS	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
Panel Surya Trina Solar 500WP Tier 1 Monocrystalline Half-Cut Perc	6	3.750.000	22.500.000
Growatt 2,5kw Inverter Ongrid	1	9.000.000	9.000.000
Min2500tl-X 230v	1	4.500.000	4.500.000
Suport + Cable	1	3.000.000	3.000.000
Biaya Pemasangan	1	3.000.000	3.000.000
TOTAL			39.000.000

Perhitungan biaya investasi awal sistem PLTS *on-grid* 3 kWp meliputi komponen utama seperti modul surya, inverter, struktur pendukung, kabel, serta biaya instalasi.

3.3.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&M)

Biaya operasional dan pemeliharaan sistem PLTS *on-grid* 3 kWp mencakup kegiatan inspeksi rutin, pembersihan modul surya, serta pengecekan koneksi listrik dan inverter. Biaya O&M umumnya berkisar antara 1–2% dari total investasi awal per tahun.

$$A = 1\% \times C$$

$$A = 1\% \times \text{Rp. } 39.000.000$$

$$A = \text{Rp. } 390.000$$

Biaya O&M ditetapkan sebesar 1% dari total investasi, yaitu sebesar Rp 390.000 per tahun. Nilai ini dianggap memadai untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal selama masa operasionalnya. Selanjutnya Biaya O&M dihitung dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga bank sebesar 4,75% pada Oktober 2025, dengan periode analisis selama 25 tahun, sebagaimana ditunjukkan pada persamaan berikut.

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

$$M_{PW} = \text{Rp. } 390.000 \frac{(1+0,0475)^{25} - 1}{0,0475(1+0,0475)^{25}}$$

$$M_{PW} = \text{Rp. } 5.639.400$$

3.3.3 Analisis Biaya Energi

Biaya listrik tahunan dihitung berdasarkan total konsumsi energi listrik gedung sebesar 5.736,34 kWh per tahun dengan tarif listrik PLN sebesar Rp1.444,70/kWh sehingga diperoleh biaya listrik tahunan sebesar Rp8.287.290. Berdasarkan hasil simulasi PVsyst, sistem PLTS *on-grid* menghasilkan energi sebesar 4.475,8 kWh per tahun. Pada sistem *on-grid*, energi listrik yang dihasilkan tidak seluruhnya diekspor ke jaringan PLN, melainkan sebagian besar digunakan secara langsung untuk memenuhi kebutuhan beban gedung (*self-consumption*). Oleh karena itu, energi yang dihasilkan PLTS digunakan sebagai pengurang konsumsi energi listrik dari PLN.

Dengan asumsi energi PLTS dimanfaatkan untuk mengurangi konsumsi listrik gedung, maka potensi penghematan biaya listrik tahunan diperoleh dari hasil perkalian energi PLTS sebesar 4.475,8 kWh dengan tarif listrik Rp1.444,70/kWh, sehingga diperoleh nilai penghematan sebesar Rp6.466.477 per tahun. Dengan demikian, estimasi biaya listrik tahunan setelah penerapan sistem PLTS menjadi sebesar Rp1.820.813 per tahun.

3.3.4 Analisis Life Cycle Cost (LCC)

Perhitungan ini dilakukan dengan mengakumulasi biaya investasi awal serta biaya operasi dan pemeliharaan (O&M) selama jangka waktu proyek, yaitu selama 25 tahun.

$$\begin{aligned}LCC &= C + M_{PW} \\LCC &= \text{Rp. } 39.000.000 + \text{Rp. } 5.639.400 \\LCC &= \text{Rp. } 44.639.400\end{aligned}$$

Dari hasil analisis diperoleh nilai sebesar . Rp 44.639.400. Nilai ini mencerminkan total biaya yang diperlukan untuk membangun dan mengoperasikan sistem PLTS selama umur proyek 25 tahun dengan mempertimbangkan faktor suku bunga sebesar 4,75%.

3.3.5 Discount Factor

Faktor diskonto digunakan untuk menentukan nilai kini dari arus kas yang akan diterima pada periode mendatang.

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{1}{(1+0,0475)^{25}} = 0,3128$$

3.3.6 Capital Recovery Factor (CRF)

Perhitungan ini digunakan untuk menyetarakan total biaya investasi dan operasional selama umur proyek (25 tahun) menjadi besaran biaya tahunan tetap.

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0,0475(1+0,0475)^{25}}{(1+0,0475)^{25} - 1} = 0,0691$$

Nilai CRF = 0,0691 menunjukkan bahwa proyek harus mengeluarkan sekitar 6,91% dari total biaya investasi setiap tahun untuk menutup biaya selama umur operasional 25 tahun.

3.4 Analisis Kelayakan Investasi

3.4.1 Net Present Value (NPV)

Tabel 3. Perhitungan Arus Kas dan Nilai Kini Bersih Sistem PLTS Selama 25 Tahun

Tahun	Biaya Investasi Awal (Rp)	Arus Kas Masuk (Rp)	Arus Kas Keluar (Rp)	NCF (Rp)	DF (4,75%)	PVNCF (Rp)	Kumulatif PVNCF (Rp)
0	39.000.000						
1		6.466.477	390.000	6.076.477	0,9547	5.800.933	5.800.933
2		6.466.477	390.000	6.076.477	0,9114	5.537.883	11.338.816
3		6.466.477	390.000	6.076.477	0,8700	5.286.762	16.625.578
4		6.466.477	390.000	6.076.477	0,8306	5.047.028	21.672.606
5		6.466.477	390.000	6.076.477	0,7929	4.818.165	26.490.771
6		6.466.477	390.000	6.076.477	0,7570	4.599.681	31.090.452
7		6.466.477	390.000	6.076.477	0,7226	4.391.103	35.481.554
8		6.466.477	390.000	6.076.477	0,6899	4.191.984	39.673.538
9		6.466.477	390.000	6.076.477	0,6586	4.001.894	43.675.433
10		6.466.477	390.000	6.076.477	0,6287	3.820.424	47.495.857
11		6.466.477	390.000	6.076.477	0,6002	3.647.183	51.143.039
12		6.466.477	390.000	6.076.477	0,5730	3.481.797	54.624.837
13		6.466.477	390.000	6.076.477	0,5470	3.323.911	57.948.748
14		6.466.477	390.000	6.076.477	0,5222	3.173.185	61.121.933
15		6.466.477	390.000	6.076.477	0,4985	3.029.294	64.151.227
16		6.466.477	390.000	6.076.477	0,4759	2.891.927	67.043.154
17		6.466.477	390.000	6.076.477	0,4543	2.760.790	69.803.944
18		6.466.477	390.000	6.076.477	0,4337	2.635.599	72.439.543
19		6.466.477	390.000	6.076.477	0,4141	2.516.085	74.955.627
20		6.466.477	390.000	6.076.477	0,3953	2.401.990	77.357.617
21		6.466.477	390.000	6.076.477	0,3774	2.293.069	79.650.687
22		6.466.477	390.000	6.076.477	0,3603	2.189.088	81.839.775
23		6.466.477	390.000	6.076.477	0,3439	2.089.821	83.929.596
24		6.466.477	390.000	6.076.477	0,3283	1.995.056	85.924.652
25		6.466.477	390.000	6.076.477	0,3134	1.904.588	87.829.240

NPV merupakan nilai yang diperoleh dari hasil pengurangan antara total nilai kini arus kas bersih selama 25 tahun dengan biaya investasi awal. Berdasarkan tabel perhitungan, total nilai kini arus kas bersih (NPV kumulatif) sebesar Rp 87.829.240, sedangkan investasi awal sebesar Rp 39.000.000.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^n} - I = Rp. 87.829.240 - Rp. 39.000.000 = Rp. 48.829.240$$

Nilai NPV positif sebesar Rp 48.829.240 menunjukkan bahwa proyek PLTS *on-grid* memberikan keuntungan dan dinyatakan layak secara ekonomi.

3.4.2 Profitability Index (PI)

PI dihitung untuk mengetahui tingkat keuntungan relatif dari suatu proyek investasi. Nilai ini diperoleh dari hasil pembagian antara total nilai kini arus kas bersih dan biaya investasi awal.

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t (1+i)^{-t}}{Ia} = \frac{Rp. 87.829.240}{Rp. 39.000.000} = 2,25$$

Dengan nilai $PI > 1$, dapat disimpulkan bahwa proyek PLTS *on-grid* memberikan keuntungan dan memenuhi kriteria kelayakan investasi.

3.4.3 Discounted Payback Period (DPP)

Berdasarkan Tabel 3, nilai DPP menunjukkan jangka waktu yang diperlukan hingga total nilai kini arus kas bersih kumulatif (PV NCF) mampu menutup biaya investasi awal sebesar Rp39.000.000.

$$DPP = Year\ Before\ Recovery + \frac{Ia}{NPV_{Kumulatif}}$$
$$DPP = 7 + \frac{Rp.39.000.000}{Rp.87.829.240}$$
$$DPP = 7 + 0,44$$
$$DPP = 7,4\ tahun$$

Nilai DPP = 7,4 tahun menunjukkan bahwa modal investasi proyek PLTS *on-grid* dapat kembali dalam waktu 7 tahun 4 bulan, lebih cepat dari umur proyek yang direncanakan selama 25 tahun.

3.4.4 Break-Even Point (BEP)

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan kapan nilai pendapatan dari hasil produksi energi PLTS setara dengan total biaya yang telah dikeluarkan.

$$BEP = \frac{LCC}{W \times Harga\ Jual\ Listrik}$$
$$BEP = \frac{Rp.44.639.400}{4.476\ kWh \times 1.444,70}$$
$$BEP = \frac{Rp.44.639.400}{Rp.6.466.477}$$
$$BEP = 6,9\ tahun$$

Nilai BEP = 6,9 tahun menunjukkan bahwa proyek PLTS *on-grid* mencapai titik impas pada tahun ke-7, yang berarti seluruh biaya investasi telah tertutup pada periode tersebut.

3.5 Analisis Kinerja dan Kelayakan Sistem

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem PLTS *on-grid* 3 kWp mampu menghasilkan energi listrik sebesar 4.475,8 kWh per tahun dengan nilai *Performance Ratio* sebesar 83,57%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang baik dan mampu memenuhi sekitar 78% kebutuhan energi listrik gedung. Dari sisi ekonomi, nilai NPV sebesar Rp48.829.240, PI > 1, DPP selama 7,4 tahun, dan BEP pada tahun ke-6,9 menunjukkan bahwa sistem PLTS layak diterapkan pada bangunan perkantoran skala kecil. Nilai *specific yield* sebesar 1.492 kWh/kWp/tahun juga menunjukkan bahwa sistem memiliki performa produksi energi yang cukup baik untuk kondisi radiasi matahari di Indonesia.

Jika dibandingkan dengan penelitian Kines [1] pada sistem PLTS *on-grid* berkapasitas 270 kWp yang memiliki periode pengembalian investasi selama 6,7 tahun, penelitian ini menunjukkan nilai DPP yang relatif mendekati meskipun menggunakan kapasitas sistem yang jauh lebih kecil. Penelitian Hiswandi dkk. [4] juga menunjukkan bahwa investasi PLTS atap pada sektor industri layak diterapkan secara ekonomi dengan nilai NPV positif dan PI > 1. Pada penelitian ini, biaya investasi sistem sebesar sekitar Rp13.000.000/kWp masih berada pada rentang biaya investasi PLTS atap skala kecil di Indonesia sehingga penerapan PLTS pada bangunan perkantoran dinilai cukup potensial untuk mengurangi konsumsi energi listrik dari PLN.

IV. KESIMPULAN

Sistem PLTS atap *on-grid* 3 kWp pada Gedung PT Lisensi menunjukkan kinerja yang baik berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst. Sistem mampu menghasilkan energi listrik sebesar 4.475,8 kWh per tahun dengan nilai *Performance Ratio* sebesar 83,57% dan *specific yield*

sebesar 1.492 kWh/kWp/tahun sehingga dapat memenuhi sekitar 78% kebutuhan energi listrik gedung. Dari sisi ekonomi, investasi sistem PLTS dinyatakan layak untuk diterapkan dengan nilai NPV positif sebesar Rp48.829.240, $PI > 1$, DPP selama 7,4 tahun, dan BEP pada tahun ke-6,9. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan PLTS atap pada bangunan perkantoran skala kecil memiliki potensi yang baik dalam mendukung pemanfaatan energi terbarukan serta mengurangi konsumsi energi listrik dari PLN.

Namun demikian, hasil kelayakan investasi pada penelitian ini masih bergantung pada asumsi simulasi dan parameter ekonomi yang digunakan karena analisis dilakukan berbasis simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst dan belum divalidasi menggunakan data operasi aktual sistem PLTS. Selain itu, penelitian ini belum mempertimbangkan faktor degradasi modul surya, perubahan tarif listrik, penggantian inverter, serta variasi kondisi cuaca tahunan yang dapat memengaruhi performa dan kelayakan investasi sistem. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan validasi hasil simulasi PVsyst menggunakan data produksi aktual, analisis sensitivitas terhadap parameter ekonomi, optimasi kapasitas sistem berdasarkan profil beban harian dan luas atap bangunan, serta evaluasi pengaruh perubahan tarif listrik dan degradasi modul terhadap performa dan kelayakan investasi PLTS dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan penelitian ini. secara khusus, penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.

ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak pt lisensi yang telah memberikan izin dan data yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini. selain itu, penulis turut berterima kasih kepada keluarga serta rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moral maupun motivasi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, oleh karena itu segala saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kenya Excellencia Kines, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On Grid pada Kantor PT PLN Unit Induk Distribusi Lampung Berbasis Simulasi," *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 3, pp. 285–292, 2024, doi: 10.23960/elc.v18n3.2704.
- [2] L. Halim, "Analisis Teknis dan Biaya Investasi Pemasangan PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 131–139, 2022.
- [3] D. E. Anyeler, "Perencanaan Sistem Solar Panel On-Grid Fixed Array Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Pembangunan Rumah Susun XYZ Di Jakarta," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3, pp. 2197–2211, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6762.
- [4] M. F. Hiswandi, F. Iswahyudi, and W. M. Soeroto, "Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Dengan Sistem On-Grid Di Pabrik Minuman Siap Saji," *Sebatik*, vol. 27, no. 1, pp. 22–29, 2023, doi: 10.46984/sebatik.v27i1.2246.
- [5] H. Gusmedi, R. P. Putra, A. S. Samosir, U. Lampung, and K. B. Lampung, "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid 60 kWp," *JITET*, vol. 13, no. 1, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5537>.
- [6] I. K. Juniarta, I. N. Setiawan, and I. A. Dwi Giriantari, "Analisis Sistem Kelistrikan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Kapasitas 25 Kwp Di Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Bali," *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, p. 111, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i01.p13.
- [7] B. R. Tukan, B. Widodo, and R. Purba, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Di Gedung Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UKI-Jakarta

- Menggunakan Aplikasi PVSyst,” *Letrokom J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 12–24, 2023, doi: 10.33541/lektrokom.v6i2.5160.
- [8] A. Antonio, B. Widodo, and J. I. Nempung, “Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya on-grid Menggunakan Software PVsyst pada Rumah Tinggal dengan Daya 2200 VA,” *Letrokom J. Ilm. Progr. Stud. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 1–12, 2025.
- [9] B. Hernan, C. Hutasoit, and J. I. Nempung, “Analisis Sistem PLTS on-grid di Trans Studiomall Cibubur dengan Kapasitas 1507 kWp Ditinjau dari Aspek Ekonomi Teknik,” vol. 7, no. 2, 2024.
- [10] U. Sri Mulyani, Ahmad Rosyid Idris, “Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Aerator dan Alat Pemberi Pakan Ikan,” *Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 59–66, 2023.
- [11] S. Suhendar, *DASAR – DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA*. 2022.