

# ANALISA EKONOMI RANCANGAN PLTS OFF-GRID PADA ADIDAYA WORKSHOP

I.P. Dika Putra Ariantika<sup>1</sup>, I.N. Setiawan<sup>2</sup>, I.W. Sukerayasa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jimbaran, Kabupaten Badung, Bali

[dikaputraariantika@student.unud.ac.id](mailto:dikaputraariantika@student.unud.ac.id)

## ABSTRAK

Perancangan PLTS *Off-Grid* pada *Adidaya Workshop* sebagai pemasok energi listrik tambahan ini didasari oleh kebutuhan beban yang digunakan untuk peralatan dan operasional pada *workshop* tersebut. Karakteristik PLTS *Off-Grid* secara ekonomis yang cenderung membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh keuntungan. Penelitian ini membahas analisa ekonomi rancangan sistem PLTS *Off-Grid* dengan menggunakan metode analisa *Net Present Value* (NPV) dan bertujuan untuk mengetahui proyeksi perbandingan antara pengeluaran dengan pemasukan rancangan PLTS *Off-Grid* di *Adidaya Workshop* selama estimasi umur PLTS akan beroperasi selama 20 tahun. Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh bahwa Skenario 1 menggunakan variasi kapasitas panel surya 300 Wp dengan baterai 540 Ah menghasilkan nilai kebutuhan RAB terbesar senilai Rp. 286.038.441. Sedangkan nilai kebutuhan RAB terkecil dihasilkan dari Skenario 4 menggunakan variasi kapasitas panel surya 300 Wp dengan baterai 540 Ah senilai Rp 252.093.730. Nilai NPV terbesar dan terkecil juga dihasilkan oleh Skenario 1 dan 4 dengan masing-masing nilai NPV senilai -Rp 316.734.509 dan -Rp 251.285.665.

**Kata kunci** : PLTS, *Off-Grid*, NPV

## ABSTRACT

The PLTS *Off-Grid* design at the *Adidaya Workshop* as an additional power supplier is based on the load needs used for the equipment and operational on the workshop. PLTS *Off-Grid* features are economically likely to take a long time to make a profit. This study deals with the economic analysis of the PLTS *Off-Grid* system design using the *Net Present Value* (NPV) analysis method and aims to find out the comparison projections between output and output of the *Off-Grid* PLTS project at the *Adidaya Workshop* during the estimated life of PLTS will operate over 20 years. After the calculation, it was obtained that 1<sup>th</sup> Scenario using a variation of the solar panel capacity of 300 Wp with a battery of 540 Ah produced the largest RAB demand value worth Rp. by 286.038.441 While the smallest RAB requirement value is generated from 4<sup>th</sup> Scenario using a variation in solar panel capacity of 300 Wp with a 540 Ah battery worth Rp 252.093.730. The largest and the smallest NPV values are also generated by 1<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup> Scenario with the NPV value of -Rp 316.734.509 and -Rp 251.285.665.

**Key Words** : PLTS, *Off-Grid*, NPV

## 1. PENDAHULUAN

Provinsi DKI Jakarta merupakan pusat industri di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2020 terdapat sebanyak 1.654 perusahaan yang tersebar di DKI Jakarta, dengan sebaran terbanyak terdapat di Jakarta Barat sejumlah 610 perusahaan [1]. Salah satu perusahaan yang ada di Jakarta Barat adalah *Adidaya Workshop*. *Adidaya Workshop* merupakan

tempat untuk fabrikasi panel, *storage server*, dan penyimpanan material konstruksi. *Adidaya Workshop* melakukan fabrikasi panel listrik setiap harinya yang kemudian didistribusikan kepada konsumennya.

*Adidaya Workshop* merupakan sebuah industri fabrikasi panel listrik dan jasa instalasi panel surya. Sebuah industri tentunya memiliki beberapa peralatan yang membutuhkan energi listrik secara kontinyu. Kebutuhan energi secara kontinyu ini

biasanya dihasilkan oleh sebuah beban listrik yang tergolong sebagai beban prioritas (*essential load*). Jika peralatan yang tergolong dalam beban prioritas tersebut tidak memperoleh energi listrik, dapat mengganggu aktivitas yang ada di suatu kawasan industri [2].

Adidaya *Workshop* memiliki beban prioritas yang harus menyala selama 24 jam penuh tanpa henti yaitu *storage server*. Kebutuhan energi listrik secara kontinyu dan terus meningkat tentunya harus diimbangi dengan pembangkitan energi listrik yang mumpuni. Pada tahun 2020, konsumsi energi listrik perkapita di Indonesia meningkat 0,01 MWh/kapita [3]. Konsumsi energi listrik terbesar ada di Jawa-Bali yaitu hingga 69,9% dari konsumsi energi listrik nasional [4]. Lebih dari setengah energi listrik yang dibangkitkan di Indonesia dikonsumsi oleh Pulau Jawa-Bali, berdasarkan sektornya energi listrik tersebut berurutan dari tertinggi dikonsumsi oleh rumah tangga sebesar 114 TWh (44,9%), industri 80 TWh (31,4%), komersil 60 TWh (23,6%), transportasi 0,3 TWh (0,1%) [4].

Meningkatnya konsumsi energi listrik tersebut tentu diimbangi dengan pembangkitan energi listrik yang meningkat juga. Pembangkit listrik di Indonesia yang hingga kini masih didominasi dengan bahan bakar batubara yaitu sebanyak 50% dari keseluruhan pembangkit listrik di Indonesia [4]. Hal ini menjadi perhatian karena jejak atau emisi karbon yang dihasilkan oleh pembangkit listrik energi batubara adalah yang terbesar dibanding pembangkit listrik lainnya yaitu lebih 1.000 gCO<sub>2</sub> eq/kWh [5].

Emisi karbon yang dihasilkan dari pembangkitan energi listrik ini menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan sekitarnya dan bahkan dunia. Dampak buruk yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan bakar batu bara mulai dipertimbangkan oleh Pemerintah Indonesia.

Berdasarkan Perpres No. 112 Tahun 2022 bahwa Indonesia akan berkomitmen mengurangi emisi gas rumah kaca minimal 35%. Pemerintah Indonesia juga menargetkan transisi energi menuju energi bersih terbarukan untuk mencapai *Net Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060. Dalam mencapai target tersebut pada tahun 2021, Indonesia telah memiliki pasokan energi bersih terbarukan sebanyak 25 TOE (*Ton Of Energy*) atau setara dengan 12,2% dari total energi nasional [4].

Untuk mengaskelerasi sebaran energi baru terbarukan di Indonesia dan mendukung target Pemerintah Indonesia menuju NZE pada tahun 2060, dilakukan perancangan PLTS *Off-Grid* di Adidaya *Workshop* sebagai salah satu industri yang ada di Jakarta Barat. Rancangan tersebut diproyeksikan dari segi ekonominya khususnya NPV untuk mengetahui proyeksi selisih antara pemasukan dan pengeluaran selama estimasi umur PLTS akan beroperasi yang dipengaruhi oleh tingkat diskonto.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) tersusun atas beberapa komponen. Komponen penyusun PLTS terbagi atas komponen utama dan komponen pendukung. Panel surya berperan sangat penting dalam suatu sistem PLTS sebagai komponen utama dan didampingi dengan komponen pendukung seperti kontroler, baterai, *inverter*, dan kabel [6].

PLTS menghasilkan energi listrik bergantung dari iradiasi sinar matahari. Terdapat tiga konfigurasi PLTS yang umum digunakan yaitu: PLTS *On-Grid*, PLTS *Off-Grid*, PLTS *Hybrid*. Masing-masing konfigurasi tersebut memiliki komponen utama dan pendukung yang dominan sama, hanya saja pada PLTS *Off-Grid* dan PLTS *Hybrid* terdapat tambahan berupa baterai.

### 2.2 Kajian Ekonomis

Perhitungan aspek ekonomis yang baik diperlukan dalam perancangan PLTS mengingat bahwa daya keluaran PLTS sangat bergantung pada sinar matahari. Perhitungan secara ekonomis yang baik dapat memproyeksikan kerugian atau keuntungan yang mungkin terjadi pada investasi PLTS [7].

### 2.3 Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan Anggaran Biaya (RAB) adalah alokasi anggaran yang mencakup atau tersusun dari biaya investasi pembelian komponen serta biaya operasional dan perawatan [8]. RAB tersusun hanya dari pengadaan komponen hingga rancangan direalisasi dan dapat digunakan.

### 2.4 Capital Expenditure

*Capital Expenditure* (CapEx) merupakan alokasi biaya yang diperlukan untuk investasi suatu proyek dalam

memperoleh aset tetap dalam periode jangka panjang [9]. Dalam suatu proyek PLTS yang termasuk dalam CapEx seperti pembelian panel surya, *inverter*, baterai dan kabel.

**2.5 Operational Expenditure**

*Operational Expenditure* (OpEx) adalah alokasi biaya yang akan dibayarkan secara rutin selama operasional untuk kelangsungan aset tetap [9]. Pada sebuah proyek PLTS yang termasuk dalam OpEx seperti biaya *technical support*, operasional dan pemeliharaan serta biaya penunjang lainnya.

**2.6 Life Cycle Cost**

*Life Cycle Cost* (LCC) merupakan jumlah alokasi biaya yang dibutuhkan oleh sebuah rancangan selama estimasi umur rancangan tersebut akan beroperasi. LCC mencakup biaya *CapEx*, *OpEx*, dan biaya penggantian komponen yang dapat dihitung dengan persamaan (1) [10]:

$$LCC = C + M_{PW} + R_{PW} \tag{1}$$

Keterangan:

LCC : *Life Cycle Cost* (Rp)

C : Biaya *CapEx* (Rp)

$M_{PW}$  : *Present Value OpEx* (Rp)

$R_{PW}$  : *Present Value* biaya penggantian komponen (Rp)

Nilai *OpEx* diasumsikan 1% dari *CapEx* [11]. Sedangkan *Present Value OpEx* dan biaya penggantian komponen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) [10]:

$$M_{PW} = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \tag{2}$$

$$R_{PW} = B \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] \tag{3}$$

Keterangan:

A: Biaya tahunan *OpEx* (Rp)

B: Biaya penggantian komponen (Rp)

i: Suku Bunga (%)

n: Estimasi umur PLTS (Tahun)

**2.5 Net Present Value**

*Net Present Value* (NPV) merupakan perhitungan selisih antara pemasukan dan pengeluaran dalam periode tertentu dengan memperhitungkan tingkat diskonto. NPV memiliki pengaruh dalam pengambilan keputusan kelayakan investasi. Untuk menghitung NPV dapat menggunakan persamaan (4) [12]:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - C \tag{4}$$

Keterangan:

NPV: *Net Present Value* (Rp)

$NCF_t$ : *Net Cash Flow* tahun ke-t (Rp)

i: Suku Bunga (%)

n: Estimasi umur PLTS (Tahun)

Nilai NPV menunjukkan kelayakan investasi. Jika nilai NPV > 0 maka investasi tergolong layak atau mengalami keuntungan, dan jika NPV < 0 menunjukkan investasi tergolong tidak layak atau mengalami kerugian [13]. Sedangkan jika NPV = 0 maka tergolong investasi tidak mengalami keuntungan ataupun kerugian [12].

**2.6 Cost of Energy**

*Cost of Energy* (CoE) merupakan proyeksi biaya produksi yang dibutuhkan untuk membangkitkan energi per satu kWh [14]. Semakin tinggi nilai CoE maka semakin mahal biaya yang dibutuhkan untuk membangkitkan energi tersebut. Nilai CoE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) [14]:

$$CoE = \frac{LCC \times \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]}{E} \tag{5}$$

Keterangan:

CoE: *Cost of Energy* (Rp/kWh)

LCC: *Life Cycle Cost* (Rp)

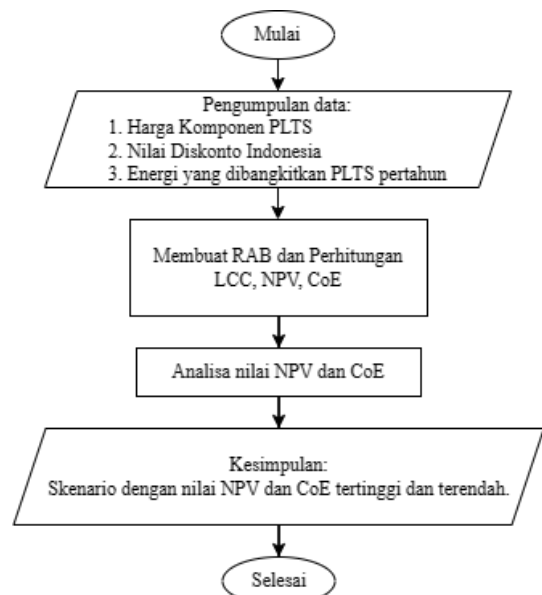
i: Suku Bunga (%)

n: Estimasi umur PLTS (Tahun)

E: Energi yang dibangkitkan per tahun (kWh/Tahun)

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Adidaya Workshop yang terletak di Jakarta Barat. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Mei 2022 hingga Juni 2023. Analisis Data dapat dilihat pada Gambar 1 :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berikut penjelasan pada Gambar 1:  
 Langkah 1. Pengumpulan data  
 Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data, yaitu: harga komponen PLTS, nilai diskonto di Indonesia dan energi yang dibangkitkan oleh rancangan PLTS setiap pertahun.  
 Langkah 2. Membuat RAB dan menghitung nilai LCC, NPV dan CoE  
 Perhitungan dilakukan untuk mengetahui nilai investasi rancangan PLTS dan proyeksi kelayakan PLTS secara ekonomis.  
 Langkah 3. Analisa nilai NPV dan CoE  
 Analisis dilakukan untuk memperoleh nilai NPV dan CoE dari rancangan yang tertinggi dan terendah.  
 Langkah 4. Penarikan kesimpulan  
 Berdasarkan langkah ke-tiga maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Produksi Energi Rancangan PLTS

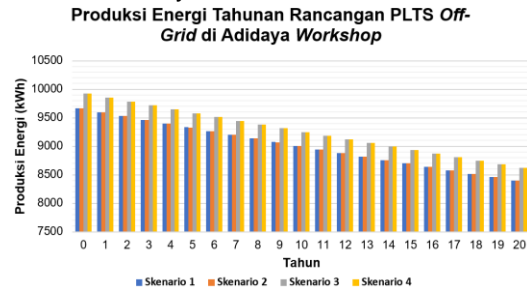
PLTS dirancang dengan empat skenario dengan dua variasi kapasitas panel surya dan baterai, yaitu:

1. Skenario 1  
 Skenario 1 menggunakan variasi kapasitas panel surya 300 Wp dengan baterai 540 Ah.
2. Skenario 2  
 Skenario 2 menggunakan variasi kapasitas panel surya 300 Wp dengan baterai 1600 Ah.
3. Skenario 3  
 Skenario 3 menggunakan variasi kapasitas panel surya 600 Wp dengan baterai 540 Ah.
4. Skenario 4  
 Skenario 4 menggunakan variasi kapasitas panel surya 600 Wp dengan baterai 1600 Ah.

Masing-masing skenario tersebut disimulasikan dengan menggunakan PVSyst untuk memperoleh hasil produksi energi. Produksi energi rancangan pertahunnya diasumsikan mengalami penurunan sebanyak 0,7% setiap tahunnya dan ditunjukkan pada Gambar 2.

Hasil Simulasi PVSyst dijadikan produksi tahun ke-0 dan penurunan produksi dimulai pada tahun pertama. Penurunan produksi energi tahunan masing-masing skenario dipengaruhi oleh degradasi dari panel surya yang diperoleh dari *datasheet* panel surya. Pada rancangan ini

menggunakan panel surya Trina Solar dan Baterai EnerSys Lead-Acid OPzV.



Gambar 2. Produksi Energi Tahunan Rancangan PLTS Off-Grid di Adidaya Workshop

##### 4.2 Komponen Penyusun PLTS

Komponen penyusun PLTS pada rancangan ini didominasi oleh *storage system* (baterai). Masing-masing skenario kebutuhan biaya investasi untuk membeli baterai berkisar 66% untuk skenario 2 dan 4 serta 70% untuk skenario 1 dan 3. Kebutuhan komponen utama seperti PLTS dan baterai untuk masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Penyusun Utama Rancangan PLTS Off-Grid pada Adidaya Workshop

	Komponen	Jumlah
Skenario 1	Panel Surya	24
	Baterai	72
Skenario 2	Panel Surya	24
	Baterai	24
Skenario 3	Panel Surya	12
	Baterai	72
Skenario 4	Panel Surya	12
	Baterai	24

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa jumlah komponen penyusun PLTS untuk semua skenario hampir sama yang membedakan hanya kapasitas panel surya dan baterai yang digunakan pada masing-masing skenario.

##### 4.3 RAB Rancangan PLTS di Adidaya Workshop

Empat skenario yang telah ditentukan sebelumnya dan berdasarkan Tabel 1 menghasilkan biaya investasi yang berbeda akibat variasi kapasitas panel surya dan baterai yang digunakan. Tabel 2

menunjukkan nominal rincian RAB untuk masing-masing skenario.

Tabel 2. RAB Rancangan PLTS Off-Grid pada Adidaya Workshop

Nama Komponen	Harga
<b>A. Skenario I</b>	
Photovoltaic System	Rp 29.058.880
Battery Storage System	Rp 177.954.000
Inverter and Accessories	Rp 35.350.000
Kabel dan Proteksi	Rp 2.778.000
Service	Rp 10.000.000
<b>Total CapEx</b>	<b>Rp 255.140.880</b>
<b>OpEx (1% CapEx)</b>	<b>Rp 2.551.409</b>
<b>Tax (11%)</b>	<b>Rp 28.346.152</b>
<b>Grand Total</b>	<b>Rp 286.038.441</b>
<b>A. Skenario II</b>	
Photovoltaic System	Rp 29.058.880
Battery Storage System	Rp 148.770.000
Inverter and Accessories	Rp 35.350.000
Kabel dan Proteksi	Rp 2.778.000
Service	Rp 10.000.000
<b>Total CapEx</b>	<b>Rp 225.956.880</b>
<b>OpEx (1% CapEx)</b>	<b>Rp 2.259.569</b>
<b>Tax (11%)</b>	<b>Rp 25.103.809</b>
<b>Grand Total</b>	<b>Rp 253.320.258</b>
<b>A. Skenario III</b>	
Photovoltaic System	Rp 27.964.840
Battery Storage System	Rp 177.954.000
Inverter and Accessories	Rp 35.350.000
Kabel dan Proteksi	Rp 2.778.000
Service	Rp 10.000.000
<b>Total CapEx</b>	<b>Rp 254.046.840</b>
<b>Nama Komponen</b>	<b>Harga</b>
<b>OpEx (1% CapEx)</b>	<b>Rp 2.549.468</b>
<b>Tax (11%)</b>	<b>Rp 28.224.604</b>
<b>Grand Total</b>	<b>Rp 284.811.912</b>
<b>A. Skenario IV</b>	
Photovoltaic System	Rp 27.964.840
Battery Storage System	Rp 148.770.000
Inverter and Accessories	Rp 35.350.000
Kabel dan Proteksi	Rp 2.778.000
Service	Rp 10.000.000
<b>Total CapEx</b>	<b>Rp 224.862.840</b>
<b>OpEx (1% CapEx)</b>	<b>Rp 2.248.628</b>
<b>Tax (11%)</b>	<b>Rp 24.982.262</b>
<b>Grand Total</b>	<b>Rp 252.093.730</b>

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh bahwa Skenario 4 menghasilkan total RAB terendah diantara skenario lainnya yaitu sebesar Rp 252.093.730. Sedangkan total RAB tertinggi dihasilkan oleh Skenario 1 yaitu sebesar Rp 286.038.441. Total RAB yang dihasilkan oleh masing-masing skenario diperoleh dari penjumlahan antara Total CapEx, OpEx, dan Tax.

Total RAB yang dibutuhkan oleh setiap skenario didominasi oleh pembelian komponen. Oleh karena itu, total RAB sangat dipengaruhi oleh CapEx dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa dengan Total RAB terendah pada Skenario 4 juga

menghasilkan total CapEx terendah yaitu sebesar Rp 224.862.840 begitu juga dengan Skenario 1 menghasilkan total CapEx tertinggi yaitu sebesar Rp 255.140.880.

#### 4.4 Perhitungan Life Cycle Cost Rancangan PLTS di Adidaya Workshop

Nilai LCC untuk rancangan PLTS dapat dihitung dengan persamaan (1) namun, untuk memperoleh nilai LCC diperlukannya nilai diskonto yang dipengaruhi oleh suku bunga di Indonesia. Nilai suku bunga yang digunakan adalah rata-rata suku bunga 10 tahun senilai 5,46% [15]. Kemudian setelah memperoleh nilai rata-rata suku bunga 10 tahun terakhir untuk memperoleh tingkat diskonto dapat dihitung dengan Persamaan (6) berikut ini [10]:

$$\text{Diskonto} = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (6)$$

Keterangan:

i: Suku Bunga (%)

n: Tahun

Berdasarkan suku bunga tersebut nilai diskonto untuk menghitung LCC dapat dihitung dengan Persamaan (6) dan diperoleh nilai diskonto untuk estimasi umur rancangan PLTS selama 20 tahun ditunjukkan oleh Tabel 3.

Perhitungan tingkat diskonto tahun ke-1:

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

$$\text{Diskonto} = \frac{1}{(1+5,46\%)^1} = 0,948$$

Tabel 3. Perhitungan Tingkat Diskonto selama 20 Tahun

Tahun	Suku Bunga	Tingkat Diskonto
0	5,46%	1
1	5,46%	0,948
2	5,46%	0,899
3	5,46%	0,853
4	5,46%	0,808
5	5,46%	0,767
6	5,46%	0,727
7	5,46%	0,689
8	5,46%	0,654
9	5,46%	0,620
10	5,46%	0,588
11	5,46%	0,557
12	5,46%	0,528
13	5,46%	0,501
14	5,46%	0,475
15	5,46%	0,450
16	5,46%	0,427
17	5,46%	0,405
18	5,46%	0,384
19	5,46%	0,364
20	5,46%	0,345

Setelah tingkat diskonto diperoleh, untuk menghitung nilai LCC pada rancangan PLTS diperlukan nilai *present value* dari *OpEx* dan biaya penggantian komponen dari masing-masing skenario yang dapat dihitung dengan persamaan (2) dan (3).

Biaya *Opex* diperoleh dari Tabel 2, sedangkan untuk biaya penggantian komponen diperoleh dari estimasi berdasarkan *datasheet* pada masing-masing komponen. Berdasarkan *datasheet* tersebut diperoleh bahwa akan dilakukan penggantian baterai pada tahun ke-8 dan 16 serta penggantian *inverter* pada tahun ke-15. Nilai *present value Opex* dan penggantian komponen ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5.

Perhitungan *present value OpEx* untuk skenario 1:

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

$$M_{PW} = Rp\ 2.551.409 \left[ \frac{(1 + 5,46\%)^{20} - 1}{5,46\%(1 + 5,46\%)^{20}} \right]$$

$$M_{PW} = Rp\ 30.591.757$$

Tabel 4. *Present Value OpEx*

Skenario	<i>Present Value OpEx</i>
1	Rp 30.591.757
2	Rp 27.092.554
3	Rp 30.460.573
4	Rp 26.961.370

Perhitungan *present value* biaya penggantian komponen PLTS untuk skenario 1:

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

$$R_{PW} = Rp\ 380.208.000 \left[ \frac{1}{(1 + 5,46\%)^{20}} \right]$$

$$R_{PW} = Rp\ 131.300.358$$

Tabel 5. *Present Value* Biaya Penggantian Komponen PLTS

Skenario	<i>Present Value Biaya Penggantian Komponen</i>
1	Rp 131.300.358
2	Rp 111.143.656
3	Rp 131.300.358
4	Rp 111.143.656

Nilai LCC dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai *CapEx* dan *present value* dari *OpEx* dan biaya penggantian komponen yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5. Nilai LCC untuk masing-masing skenario ditunjukkan oleh Tabel 6.

Perhitungan LCC untuk skenario 1:

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

$$LCC = Rp\ 255.140.880 + Rp\ 30.591.757$$

$$+ Rp\ 131.300.358$$

$$LCC = Rp\ 417.032.995$$

Tabel 6. LCC Rancangan PLTS *Off-Grid* pada Adidaya Workshop

Skenario	LCC
1	Rp 417.032.995
2	Rp 364.193.090
3	Rp 415.807.770
4	Rp 362.967.865

#### 4.5 Perhitungan *Cost of Energy* Rancangan PLTS di Adidaya Workshop

*Cost of Energy* atau biaya pembangkitan energi dapat dihitung dengan Persamaan (5). Estimasi kebutuhan energi listrik di Adidaya Workshop per hari sebesar 27,556 kWh/hari sehingga kebutuhan energi tahunan di Adidaya Workshop dihitung sebagai berikut:

$$E = \text{Kebutuhan Energi Harian} \times 365 \text{ hari}$$

$$E = 27,556 \text{ kWh/hari} \times 365 \text{ hari}$$

$$E = 10.057,94 \text{ kWh}$$

Setelah diperoleh kebutuhan energi tahunan di Adidaya Workshop, nilai CoE untuk masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 7.

Perhitungan CoE untuk skenario 1:

$$\text{CoE} = \frac{Rp\ 417.032.995 \times \left[ \frac{5,46\%(1 + 5,46\%)^{20}}{(1 + 5,46\%)^{20} - 1} \right]}{10.057,94 \text{ kWh}}$$

$$\text{CoE} = Rp\ 3.458 / \text{kWh}$$

Tabel 7. Nilai CoE Rancangan PLTS *Off-Grid* pada Adidaya Workshop

Skenario	<i>Cost of Energy</i>
1	Rp 3.458 /kWh
2	Rp 3.019 /kWh
3	Rp 3.447 /kWh
4	Rp 3.009 /kWh

Skenario 1 menghasilkan CoE yang paling tinggi, hal ini berarti bahwa harga pembangkitan energi dengan skenario 1 membutuhkan biaya yang paling mahal yaitu sebesar Rp 3.458/kWh. Sedangkan skenario 4 menghasilkan CoE yang paling rendah, yang berarti bahwa pembangkitan energi dengan skenario 4 membutuhkan biaya yang paling rendah yaitu sebesar Rp 3.009/kWh.

Besarnya biaya pembangkitan energi per-satu *wattpeak* diperoleh dari pembagian antara total *CapEx* masing-masing skenario dengan besarnya energi yang dibangkitkan oleh PLTS yaitu sebesar 7200 Wp. Tabel 8 merupakan tabel yang menunjukkan biaya yang dibutuhkan untuk membangkitkan energi per-satu *wattpeak* pada rancangan ini.

Tabel 8. Nilai CoE per-kWp Rancangan PLTS *Off-Grid* pada Adidaya Workshop

Skenario	Cost of Energy
1	Rp 35.436.233/kWp
2	Rp 31.382.900/kWp
3	Rp 35.284.283/kWp
4	Rp 31.230.950/kWp

#### 4.6 Perhitungan Net Present Value Rancangan PLTS di Adidaya Workshop

Nilai NPV dapat dihitung dengan persamaan (4). Nilai *Net Cash Flow* (NCF) dapat diperoleh dari biaya penghematan yang diasumsikan sebagai arus kas masuk dengan biaya penggantian komponen sebagai arus kas keluar.

Biaya penghematan energi diperoleh dari perkalian antara produksi energi pada Tabel 1 dengan biaya energi PLN yaitu sebesar Rp 1.444,4 /kWh. Kumulatif PVNCF untuk masing-masing skenario ditunjukkan oleh Tabel 9.

Perhitungan NCF Skenario 1 tahun ke-1:

$$NCF = \text{Arus kas masuk} - \text{Arus kas keluar}$$

$$NCF = \text{Rp } 14.324.711 - 0$$

$$NCF = \text{Rp } 14.324.711$$

Perhitungan NCF dilanjutkan hingga tahun ke-20 untuk menghitung nilai kumulatif PVNCF pada Tabel 9 diperoleh dari NCF masing-masing skenario setiap tahunnya dikalikan dengan tingkat diskonto pada Tabel 4.

Tabel 9. Kumulatif PVNCF Rancangan PLTS *Off-Grid* di Adidaya Workshop

Skenario	$\sum$ PVNCF
1	-Rp 61.593.629
2	-Rp 26.554.001
3	-Rp 61.462.452
4	-Rp 26.422.824

Setelah memperoleh nilai kumulatif dari PVNCF nilai NPV dihitung dengan persamaan (4) dan NPV masing-masing skenario ditunjukkan oleh Tabel 10.

Tabel 10. NPV Rancangan PLTS *Off-Grid* di Adidaya Workshop

Skenario	NPV
1	-Rp 316.734.509
2	-Rp 252.510.881
3	-Rp 315.509.292
4	-Rp 251.285.665

Berdasarkan Tabel 10 diperoleh NPV yang dihasilkan oleh semua skenario bernilai kurang dari 0 yang berarti perancangan PLTS *Off-grid* di Adidaya Workshop tergolong tidak layak secara ekonomi karena memperoleh kerugian.

Namun, nilai NPV yang paling baik adalah skenario 4 karena paling mendekati 0.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa ekonomi pada rancangan PLTS *Off-Grid* pada Adidaya Workshop Jakarta Barat, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Skenario 1 menghasilkan jumlah RAB atau biaya investasi tertinggi yaitu senilai Rp 286.038.441 sedangkan untuk jumlah RAB terendah dihasilkan oleh skenario 4 yaitu senilai Rp 252.093.730. Skenario 4 menghasilkan NPV terendah yaitu senilai -Rp 251.285.665 sedangkan NPV tertinggi dihasilkan oleh skenario 1 yaitu senilai -Rp 316.734.509.
2. Biaya pembangkitan energi dari rancangan PLTS *Off-Grid* pada Adidaya Workshop terendah dihasilkan oleh Skenario 4 yaitu senilai Rp 3.009/kWh atau setara dengan Rp 31.230.950/kWp.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, "Jumlah Perusahaan, Tenaga Kerja, Investasi, dan Nilai Produksi pada Industri Besar dan Sedang Menurut Kabupaten/Kota 2018-2020," 2020. [Online]. Available: <https://jakarta.bps.go.id/indicator/9/226/1/jumlah-perusahaan-tenaga-kerja-investasi-dan-nilai-produksi-pada-industri-besar-dan-sedang-menurut-kabupaten-kota.html>. [Diakses 14 Juni 2023].
- [2] A. Sukarni, I. D. Sara dan M. Gapy, "Load Shedding Controller Pada Beban Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala*, vol. 2, no. 3, pp. 85-90, 2017.
- [3] Statistik Ketenagalistrikan, Dirjen Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM, "Badan Pusat Statistik Indonesia," 2020. [Online]. Available: [https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view\\_data/0000/data/1156/sdgs\\_7/1](https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data/0000/data/1156/sdgs_7/1). [Diakses 26 Desember 2022].
- [4] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, *Outlook Energi Indonesia 2022*, Jakarta: Dewan Energi Nasional, 2022.

- [5] T. Artiningrum dan J. Havianto, "Meningkatkan Peran Energi Bersih Lewat Pemanfaatan Sinar Matahari," *Geoplanart*, vol. 115, no. 2, p. 100, 2019.
- [6] I. N. Setiawan dan I. A. D. Giriantari, *Sistem Surya Fotovoltaik Module Training Versi 1*, CoE CORE Udayana, 2016.
- [7] I. K. W. Astawa, I. A. D. Giriantari dan I. W. Sukerayasa, "Studi Ekonomis Penggunaan PLTS Rooftop 3 kWp Frameless With On-grid System Pada Pelanggan R/4400 VA," *SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, pp. 73-83, 2021.
- [8] Paikun, D. Sadikin, A. I. B. Nova, A. Kadarisman dan M. Lestari, "Model Program Bill of Quantity Pembangunan Rumah Sederhana," *Rekayasa*, vol. 4, 2017.
- [9] T. Yuwanto, "Analisis Tekno Ekonomi Biaya Capex dan Opex Implementasi Jaringan Long Term Evolution Area Banten," *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 1-20, 2017.
- [10] F. Hidayat, B. Winardi dan A. Nugroho, "Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro," *TRANSIENT*, vol. 7, no. 4, pp. 875-882, 2018.
- [11] A. A. Lazou dan A. D. Papatsoris, "The Economics of Photovoltaic Stand-Alone Residential Household : A Case Study for Various European and Mediterranean Locations," *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 62, no. 4, pp. 411-427, 2000.
- [12] I. Sugirianta, I. Giriantari dan I. S. Kumara, "Analisa Keekonomian Tarif Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWP Bangli dengan Metode Life Cycle Cost," *Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 121-126, 2016.
- [13] J. Windarta, S. Handoko, K. N. Irfani, S. M. Masfuha dan C. H. Itsnareno, "Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Menggunakan Software PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Coffeeshop Remote Area," *TEKNIK*, vol. 42, no. 3, pp. 290-298, 2021.
- [14] B. M. Pangaribuan, I. A. D. Giriantari and I. W. Sukerayasa, "Desain PLTS Atap Kampus Universitas Udayana: Gedung Rektorat," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 7, no. 2, pp. 90-100, 2020.
- [15] Badan Pusat Statistik, "BI Rate," [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/13/379/1/bi-rate.html>. [Diakses 22 Juni 2023].