

## DESAIN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP *ON GRID SYSTEM* PADA PT. BALIFOAM NUSA MEGAH BALI

I Wayan Sukadana<sup>1</sup>, I Gusti Ngurah Ade Pujana<sup>2</sup>, I Wayan Sugara Yasa<sup>3</sup>, dan I Made Asna<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Nasional Denpasar  
<sup>1,2,3,4</sup>Jl. Bedugul No. 39, Sidakarya, Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali 80224  
e-mail: sukadana@undiknas.ac.id

**Abstrak**— Indonesia menetapkan bauran EBT setidaknya 23% ditahun 2025 dan 31% ditahun 2050 melalui PERPRES No. 79/2014. PEMPROV Bali menerbitkan PERGUB No. 45/2019 untuk meningkatkan penggunaan EBT dengan menetapkan bangunan dengan luas lantai lebih dari 500m<sup>2</sup> harus menyediakan setidaknya 25% luas atap untuk Panel Surya. Gedung B PT. Balifoam Nusa Megah memiliki luas atap 1.572 m<sup>2</sup>. Dilakukan perancangan PLTS Atap On-Grid dengan 3 skenario. Skenario-1 dengan kapasitas 10-15% daya tersambung PLN, Skenario-2 berdasarkan beban puncak, Skenario-3 dengan kapasitas 100% daya tersambung PLN. Seluruh skenario dianalisis dari segi tekno-ekonomi untuk diperoleh skenario yang paling layak dan efisien. Melalui simulasi software PVSyst diperoleh bahwa Skenario-2 memiliki potensi yang paling baik. Kapasitas Skenario-2 ditentukan berdasarkan beban puncak yaitu 45,78 kWp dan mengacu PERMEN ESDM No. 49/2018. Penggunaan energi sebelum terpasang PLTS Atap periode 1 tahun 182.041,47 kWh, dengan Skenario-2 menjadi 123.398,01 kWh dan total energi yang diekspor 22.522,54 kWh. Tagihan listrik periode 1 tahun sebelum terpasang PLTS Atap Rp.262.995.316, dengan Skenario-2 penghematan pada tahun pertama Rp.105.872.112 dan investasi yang dibutuhkan Rp.757.721.000. Keuntungan yang diperoleh dengan Skenario-2 paling tinggi dibandingkan skenario lainnya yaitu Rp.1.322.889.547. Melalui metode NPV, PI, dan DPP untuk Skenario-2 layak dijalankan dengan keuntungan 175% dan waktu pengembalian biaya investasi pada tahun ke-9.

**Kata kunci** : PLTS Atap, PLTS On Grid, Analisa Kelayakan Investasi, PVSyst

*Abstract*—Indonesia set the renewable energy mix at least 23% by 2025 and 31% by 2050 through PERPRES No. 79/2014. PEMPROV Bali issued PERGUB No. 45/2019 to increase the use of renewable energy by mandating that buildings with a floor area greater than 500 m<sup>2</sup> must provide at least 25% of the roof area for PV Panels. Gedung B of PT. Balifoam Nusa Megah has a roof area of 1,572 m<sup>2</sup>. An On-Grid Rooftop Solar Panel design was carried out with 3 scenarios. Scenario-1 with 10-15% capacity of PLN connected power, Scenario-2 based on peak load, Scenario-3 with 100% capacity of PLN connected power. All scenarios were analysed from a techno-economic perspective to find the most feasible and efficient scenario. Through PVSyst software simulation, it is obtained that Scenario-2 has the best potential. The capacity of Scenario-2 is determined based on the peak load of 45,78 kWp and refers to PERMEN ESDM No. 49/2018. The usage of energy before the rooftop solar power plant was installed for a period of 1 year was 182.041,47 kWh, with Scenario-2 it became 123.398,01 kWh and the total energy exported was 22.522,54 kWh. The electricity bill for the 1-year period before the rooftop solar power plant was installed is Rp.262.995.316, with Scenario-2 the savings in the first year is Rp.105.872.112 and the investment required is Rp.757.721.000. The profit obtained with Scenario-2 is the highest compared to other scenarios, which is Rp.1.322.889.547. Through the NPV, PI, and DPP methods, Scenario-2 is feasible with a profit of 175% and a payback period of investment costs in year 9.

**Keywords** : Rooftop Solar Power Plant, PLTS On Grid, Investment Feasibility Analysis, PVSyst

### I. PENDAHULUAN

Terbatasnya produksi energi fosil seperti minyak bumi dan batu bara serta komitmen global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong Pemerintah Indonesia untuk meningkatkan peran Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Indonesia telah menetapkan target bauran EBT setidaknya 23% ditahun 2025 dan 31% ditahun 2050 melalui Kebijakan

Energi Nasional yang termuat dalam Peraturan Presiden No. 79 tahun 2014[1].

Sebagai bentuk komitmen pemerintah daerah Provinsi Bali untuk meningkatkan penggunaan pembangkit listrik EBT khususnya tenaga surya di Provinsi Bali yaitu dengan menerbitkan Peraturan Gubernur No. 45 Tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih. Dalam peraturan tersebut salah satu isinya mengatur desain atau tata letak bangunan yang memanfaatkan sinar matahari secara optimal serta disebutkan bahwa bangunan yang memiliki luas lantai

lebih dari 500m<sup>2</sup> harus menyediakan setidaknya 25% Atap untuk Panel Surya[2].

Pemerintah telah mengatur ketentuan dalam perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap yang tersambung ke jaringan PLN (On-Grid) melalui Peraturan Menteri (PERMEN) Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 49 Tahun 2018. Dalam peraturan tersebut diatur terkait kapasitas maksimal dari PLTS Atap dan ketentuan ekspor-impor tenaga listrik ke jaringan PLN. Kapasitas PLTS Atap dibatasi maksimal 100% dari daya tersambung PLN dan perbandingan ekspor-impor energi listrik ke jaringan PLN yaitu 1 berbanding 0,65[3]. Namun dalam praktiknya khusus untuk daerah Jawa, Madura, dan Bali melalui Surat Edaran PT. PLN (Persero) No. 16322/AGA.00.01/C01080500/2022 tentang Penyampaian Strategi Sementara Layanan Terhadap Permohonan Pelanggan PLTS Atap. Dalam surat edaran tersebut ditentukan bahwa kapasitas PLTS Atap dibatasi antar 10-15% dari daya tersambung dan untuk perbandingan ekspor-impor energi listrik ke jaringan PLN menggunakan ketentuan pada PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018[4].

PT. Balifoam Nusa Megah merupakan perusahaan swasta nasional yang berdiri pada tahun 1993 di atas lahan seluas 8.300 m<sup>2</sup>. Pabrik ini mencakup dua unit bisnis dengan kapasitas masing-masing yaitu Unit Spons dengan kapasitas produksi 750 blok atau 3000 m<sup>3</sup>/bulan dan Unit Spring dengan kapasitas produksi 6000 unit/bulan. Daya PLN tersambung pada PT. Balifoam Nusa Megah adalah 147 kVA.

Dilakukan perancangan PLTS Atap sistem *On-Grid* dengan 3 skenario kapasitas yang berbeda. Skenario 1 perencanaan mengacu pada Surat Edaran PT. PLN (Persero) No. 16322/AGA.00.01/C01080500/2022 dengan kapasitas PLTS Atap 10-15% dari daya tersambung PLN. Skenario 2 perencanaan berdasarkan beban puncak pada PT. Balifoam Nusa Megah untuk menghindari ekspor tenaga listrik berlebih ke jaringan PLN. Skenario 3 perencanaan mengacu pada ketentuan PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018 dengan kapasitas PLTS Atap 100% dari daya tersambung PLN. Dari 3 skenario tersebut akan dianalisis potensi dari segi tekno-ekonomi sehingga dapat diperoleh skenario yang paling layak dan efisien.

## II. STUDI PUSTAKA

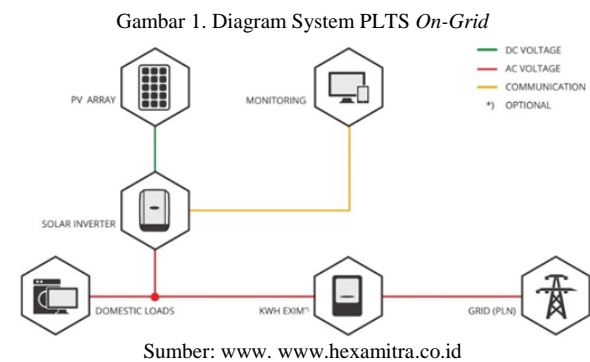
### A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari yang merupakan energi baru dan terbarukan sebagai sumber energi utama. PLTS mengubah secara langsung energi matahari dalam bentuk cahaya menjadi energi listrik tanpa menggunakan bahan bakar apa pun melalui teknologi sel surya atau *photovoltaic* (PV). Pada saat cahaya matahari yang berbentuk foton melewati sel surya maka cahaya tersebut akan dikonversikan menjadi energi listrik dalam bentuk arus

searah (DC) yang selanjutnya akan dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) apabila diperlukan[5].

### B. PLTS On-Grid

PLTS *On-Grid* atau *Grid-Connected PV System* pada prinsipnya menggabungkan PLTS dengan jaringan listrik yang sudah ada atau dalam hal ini yang dimaksud adalah PLN. Komponen utama dalam sistem ini yaitu inverter yang memiliki fungsi untuk mengonversi daya listrik DC yang dihasilkan oleh Panel Surya menjadi daya listrik AC yang disesuaikan dengan persyaratan jaringan listrik yang tersambung PLN. Untuk tujuan keamanan, inverter harus dapat memutuskan secara otomatis pasokan daya ke jaringan listrik ketika PLN tidak memasok daya [5].



### C. Peraturan Perancangan PLTS Atap

Metode berisi informasi tentang pelaksanaan penelitian, termasuk Bagian *Studi Pustaka* merupakan 1. PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018

Dalam peraturan tersebut diatur terkait kapasitas maksimal dari PLTS Atap dan ketentuan ekspor-impor tenaga listrik ke jaringan PLN. Kapasitas PLTS Atap dibatasi maksimal 100% dari daya tersambung PLN dan perbandingan ekspor-impor energi listrik ke jaringan PLN yaitu 1 berbanding 0,65[3].

2. Surat Edaran PT. PLN (Persero) No. 16322/AGA.00.01/C01080500/2022

Khusus untuk daerah Jawa, Madura, dan Bali melalui Surat Edaran PT. PLN (Persero) No. 16322/AGA.00.01/C01080500/2022 tentang Penyampaian Strategi Sementara Layanan Terhadap Permohonan Pelanggan PLTS Atap. Dalam surat edaran tersebut ditentukan bahwa kapasitas PLTS Atap dibatasi antar 10-15% dari daya tersambung dan untuk perbandingan ekspor-impor energi listrik ke jaringan PLN menggunakan ketentuan pada PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018[4].

### D. PVsyst

PVsyst merupakan *software* untuk menyimulasikan dan analisis modul surya PLTS. Ada beberapa *software* selain PVsyst yang dapat

digunakan dalam menyimulasikan dan menganalisis PLTS antara lain HOMER, Helioscop, Solarpro [6].

*E. Parameter Kelayakan Investasi*

Diperlukan parameter kelayakan agar dapat melakukan perhitungan akan keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek sehingga mampu untuk merancang proyek dan mengambil keputusan dengan baik.

1. *Net Present Value (NPV)*

NPV merupakan manfaat yang diperoleh pada suatu masa proyek yang diukur pada tingkat suku bunga tertentu. Perancangan PLTS Atap dapat dikatakan layak jika nilai NPV lebih dari 0. Perhitungan NPV dapat dilakukan melalui persamaan berikut[7].

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

Keterangan :

- NPV = Nilai sekarang bersih
- CT = Aliran kas masuk bersih (*net cash inflow*) selama periode t
- C<sub>0</sub> = Total biaya investasi
- i = Suku bunga diskonto (*discount rate*)
- t = Jangka waktu/umur ekonomi proyek

2. *Profitability Index (PI)*

PI sebagai indikator yang menunjukkan keuntungan yang didapat dari suatu proyek dalam kurun waktu umur proyek. Investasi dapat dikatakan layak jika PI lebih besar dari 1. Karena 1 merupakan titik impas antara nilai investasi dan keuntungan[7]. Nilai PI dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{NCFt(1+i)^{-t}}{\text{intial investment}}$$

Keterangan :

- NCFt = Net Cash Flow periode tahun ke-1 sampai tahun ke-n
- i = Tingkat diskonto
- n = Umur Investasi (Periode Tahun)

3. *Discounted Payback Period (DPP)*

DPP merupakan jangka waktu pengembalian biaya investasi yang dihitung menggunakan *discount factor*. DPP diperoleh dengan menghitung berapa lama nilai arus kas bersih setara dengan investasi awal. Investasi dapat dikatakan layak DPP memiliki periode waktu lebih pendek dari umur proyek[7].

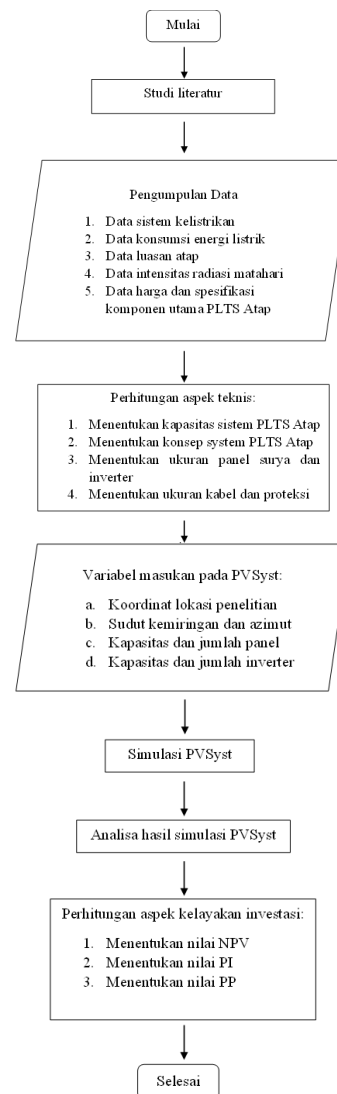
III. METODE

A. *Lokasi Penelitian*

Penelitian ini berlokasi di PT. Balifoam Nusa Megah dengan alamat di Jl. By Pass Ngurah Rai No.34, Banjar Pesanggaran, Desa Pedungan, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Provinsi Bali. Koordinat lokasi penelitian ini yaitu pada 8°42'59.6"S 115°12'50.8"E.

B. *Tahapan Penelitian*

Berikut merupakan diagram alir yang digunakan sebagai tahapan penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian

C. *Sumber dan Jenis Data Penelitian*

Pada penelitian ini, jenis data yang dikumpulkan ada dua jenis yaitu data primer dan data sekunder.

1. *Data Primer*

Data primer yang dimaksud yaitu Data Luasan Atap, Data Instalasi Listrik, dan Data Konsumsi Energi Listrik

2. Data Sekunder

data sekunder yang dimaksud yaitu Data Irradiance, Data Hasil Simulasi dari PVSyst, dan Data Harga dan Spesifikasi Komponen Utama PLTS Atap

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dibahas dan dibandingkan dengan hasil penelitian dari artikel yang diacu, jika mungkin.

A. Gambaran Umum PT. Balifoam Nusa Megah

PT. Balifoam Nusa Megah terdiri dari beberapa gedung yaitu Gedung Kantor, Ruang Genset, Gedung A, Gedung B, Gedung C, Gedung D, Gedung E, dan Gedung F yang memiliki fungsi yang berbeda-beda. Gedung B memiliki luas atap paling luas yaitu 1.572 m<sup>2</sup> dan memiliki jarak yang paling dekat dengan Ruang Genset. Pada penelitian ini perencanaan akan difokuskan pada atap Gedung B.

PT. Balifoam Nusa Megah beroperasi pada saat hari kerja, yaitu pada hari Senin-Jumat pukul 08.00-16.00 WITA, Sabtu pukul 08-00-13.00 WITA, untuk hari minggu dan tanggal merah tidak beroperasi.

B. Profil Kelistrikan PT. Balifoam Nusa Megah

Dalam memenuhi kebutuhan energi listrik PT. Balifoam Nusa Megah digunakan sumber listrik dari PLN dengan daya terpasang 147 kVA serta untuk cadangan energi listrik digunakan Genset dengan kapasitas 220 kW. Jika sumber listrik dari PLN padam maka sumber listrik akan dialihkan ke Genset secara manual melalui COS (*Change Over Switch*).

Distribusi energi listrik pada PT. Balifoam Nusa Megah dilakukan melalui sebuah panel induk yang diberikan nama MDP dan dipecah menjadi 7 unit sub panel, yaitu P. Office Luar, SDP-A, SDP-B, SDP-C, PP. Genset, dan P. Hydrant. Pemecahan dilakukan berdasarkan gedung dan fungsi yang berbeda.

C. Tagihan dan Pemakaian Energi Listrik

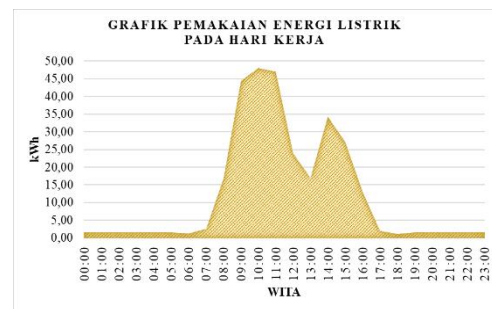
PT. Balifoam Nusa Megah termasuk ke dalam pelanggan golongan tarif B-2/TR daya 147 kVA yang dikenakan tarif Rp. 1444,70/kWh. Data pemakaian dan pembayaran listrik dari bulan Mei 2022 sampai bulan April 2023 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pemakaian dan Pembayaran Energi Listrik Periode 1 Tahun

Bulan	Pemakaian Energi Listrik (kWh)	Pembayaran
Jan-23	16548	Rp23.906.896
Feb-23	14356	Rp20.740.113
Mar-23	14282	Rp20.633.205
Apr-23	15714	Rp22.702.016
Mei-22	16270	Rp23.505.085
Jun-22	14561	Rp21.036.199
Jul-22	13774	Rp19.899.268
Agp-22	14287	Rp20.640.368
Sep-22	15287	Rp22.056.113
Okp-22	15287	Rp22.056.113
Nov-22	15450	Rp22.320.482
Des-22	15734	Rp22.730.910
<b>Rata-rata</b>	<b>15170</b>	<b>Rp21.916.276</b>

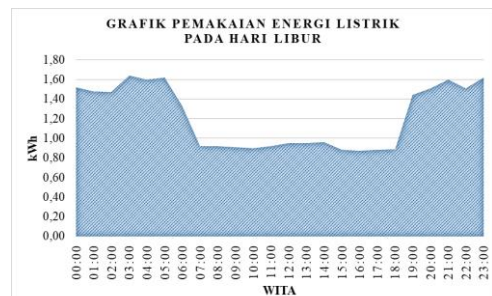
D. Pola Pemakaian Energi Listrik

Berdasarkan data AMR (*Automatic Meter Reading*) yang dikeluarkan oleh PT. PLN (Persero) UP3 Bali Selatan dapat diketahui pemakaian energi listrik harian di PT. Balifoam Nusa Megah. Di bawah ini disajikan grafik data pemakaian energi listrik hari kerja dan hari libur yang tercatat dalam selang waktu perjam pada bulan Februari 2023.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Pemakaian Energi Listrik Pada Hari Kerja

Sumber: Dok. PT. PLN (Persero) UP3 Bali Selatan



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Pemakaian Energi Listrik Pada Hari Libur

Sumber: Dok. PT. PLN (Persero) UP3 Bali Selatan

Rata-rata pemakaian tertinggi hari kerja terjadi pada pukul 10.00 WITA yaitu pada 47,9 kWh sedangkan pada hari libur terjadi pada pukul 03.00 WITA yaitu pada 1,64 kWh. Pemakaian pada hari libur lebih rendah dibandingkan dengan hari kerja karena pada hari libur tidak ada aktivitas produksi.

E. Perancangan PLTS Atap

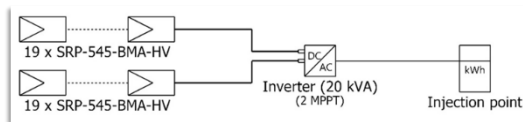
1. Perancangan PLTS Atap Skenario 1

Pada Skenario 1 perencanaan mengacu pada Surat Edaran PT. PLN (Persero) No. 16322/AGA.00.01/C01080500/2022 dengan kapasitas



PLTS Atap 15% dari daya tersambung PLN. Daya tersambung PLN pada PT. Balifoam Nusa Megah yaitu 147 kVA, sehingga 15% dari 147 kVA yaitu 22,05 kVA. Berdasarkan ketersediaan inverter di pasar Indonesia, maka inverter yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1 unit inverter jenis *on grid* Solis-3P20K-4G dengan kapasitas 20 kW.

Pada Skenario 1 ditentukan menggunakan panel surya SERAPHIM SRP-545-BMA-HV dengan kapasitas 545 Wp. Agar bekerja secara optimal terdiri dari 19 panel surya yang dirangkai seri dengan 2 rangkaian seri per inverter.

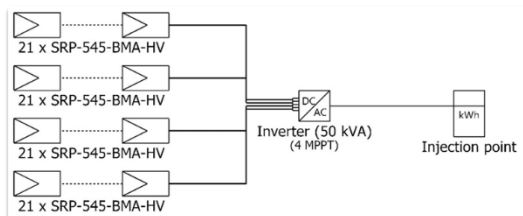


Gambar 5. Konfigurasi Seri-Paralel Panel Surya Skenario 1

### 2. Perancangan PLTS Atap Skenario 2

Pada Skenario 2 perencanaan berdasarkan beban puncak pada PT. Balifoam Nusa Megah untuk menghindari ekspor tenaga listrik yang berlebihan ke jaringan PLN. Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa beban puncak di PT. Balifoam Nusa Megah rata-rata mencapai 47,9 kW pada pukul 10.00 WITA di hari kerja. Dengan demikian dapat ditentukan kapasitas PLTS yang dibutuhkan yaitu 47,7 kWp. Berdasarkan ketersediaan inverter di pasar Indonesia, maka inverter yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1 unit inverter jenis *on grid* Solis-50K-HV-5G dengan kapasitas 50 kW.

Pada Skenario 2 ditentukan menggunakan panel surya SERAPHIM SRP-545-BMA-HV dengan kapasitas 545 Wp. Agar bekerja secara optimal terdiri dari 21 panel surya yang dirangkai seri dengan 4 rangkaian seri per inverter.



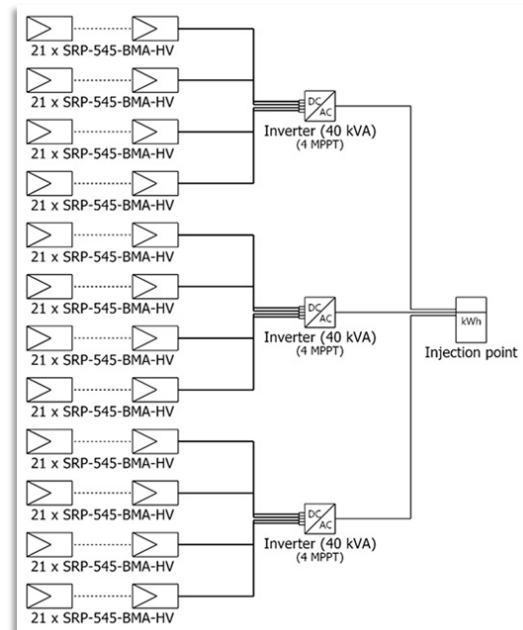
Gambar 6. Konfigurasi Seri-Paralel Panel Surya Skenario 2

### 3. Perancangan PLTS Atap Skenario 3

Skenario 3 perencanaan mengacu pada ketentuan PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018 dengan kapasitas PLTS Atap maksimal 100% dari daya tersambung PLN. Daya tersambung PLN pada PT. Balifoam Nusa Megah yaitu 147 kVA, sehingga 100% dari 147 kVA yaitu 147 kVA. Kapasitas PLTS yang akan dibangkitkan pada Skenario 3 yaitu maksimal 147 kVA atau identik dengan 147 kW, dengan demikian kapasitas PLTS yang dibutuhkan yaitu 147 kWp. Berdasarkan ketersediaan inverter di pasar

Indonesia, maka inverter yang digunakan pada penelitian ini yaitu 3 unit inverter jenis *on grid* Solis-40K-HV-5G dengan kapasitas 40 kW sehingga total kapasitas menjadi 120 kW.

Pada Skenario 2 ditentukan menggunakan panel surya SERAPHIM SRP-545-BMA-HV dengan kapasitas 545 Wp. Agar bekerja secara optimal terdiri dari 21 panel surya yang dirangkai seri dengan 4 rangkaian seri per inverter.



Gambar 7. Konfigurasi Seri-Paralel Panel Surya Skenario 3

### F. Simulasi Perancangan PLTS Atap pada Software PVSyst

Tabel 2. Hasil Simulasi Perancangan PLTS Atap Pada PVSyst

Bulan	Produksi Energi (kWh)		
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
January	2997	6634	19721
February	2721	6024	17964
March	3105	6873	20636
April	3103	6870	20603
May	2774	6141	18448
June	2520	5576	16918
July	2736	6055	18083
August	3014	6673	20009
September	3147	6968	21052
October	3688	8167	24521
November	3434	7605	22881
December	3424	7580	22702
<b>Total</b>	<b>36663</b>	<b>81166</b>	<b>243538</b>

Berdasarkan simulasi perancangan PLTS Atap pada *software* PVSyst maka diperoleh total produksi energi per bulan yang dapat disalurkan ke sistem distribusi pengguna seperti pada tabel diatas.

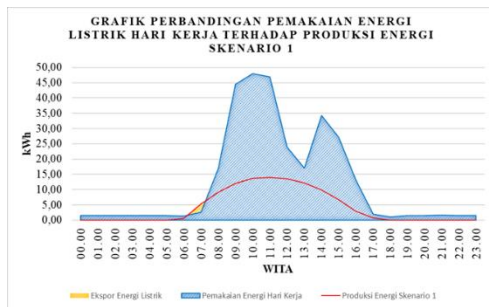
### G. Analisa Ekspor-Impor Energi Listrik

Berdasarkan data produksi energi PLTS Atap pada Tabwl 2, maka dapat ditentukan jumlah energi terpakai

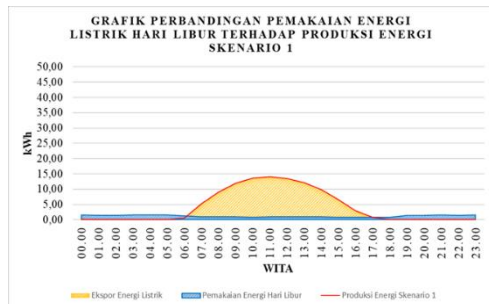
dan jumlah energi yang diekspor ke jaringan PLN. Seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4 diketahui bahwa profil energi pada hari kerja dan hari libur berbeda sehingga ekspor-impor pada hari kerja dengan hari libur akan berbeda pula. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa pemakaian energi rata-rata pada Februari 2023 baik hari kerja maupun hari libur terjadi selama satu tahun

### 1. Ekspor-Impor Energi PLTS Atap Skenario 1

Grafik pemakaian energi hari libur dan hari kerja rata-rata pada periode bulan Februari 2023 dan produksi energi rata-rata periode 1 tahun Skenario 1 disajikan pada gambar berikut.



Gambar 8. Grafik Pemakaian Energi Hari Kerja dan Produksi Energi Skenario 1



Gambar 9. Grafik Pemakaian Energi Hari Libur dan Produksi Energi Skenario 1

Jumlah ekspor energi pada hari kerja dan hari libur per bulan dapat diketahui dengan mengurangi produksi energi per jam terhadap pemakaian energi per jam. Dari hasil pengurangan akan diperoleh nilai negatif dan positif. Nilai negatif berarti tidak terjadi ekspor energi karena jumlah produksi energi lebih kecil dari pemakaian energi. Sedangkan nilai positif berarti terjadi ekspor energi karena jumlah produksi energi lebih besar dari pemakaian energi. Jika seluruh nilai positif dijumlahkan dan dikalikan dengan jumlah hari kerja dan hari libur akan diperoleh nilai total ekspor energi per bulan.

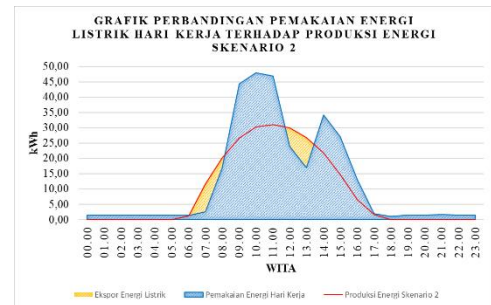
Selanjutnya jumlah ekspor energi hari kerja dan hari libur diketahui maka dapat diperoleh jumlah energi PLTS terpakai dengan melakukan pengurangan produksi energi terhadap total ekspor energi. Hasil perhitungan seperti pada tabel berikut

Tabel 3. Hasil Perhitungan Energi PLTS Terpakai Skenario 1

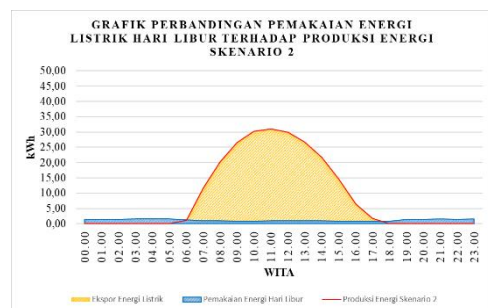
Bulan	Produksi Energi (kWh)	Total Ekspor Energi (kWh)	Energi PLTS Terpakai (kWh)
January	2997,00	492,56	2504,44
February	2721,00	466,76	2254,24
March	3105,00	501,82	2603,18
April	3103,00	716,65	2386,35
May	2774,00	529,24	2244,76
June	2520,00	465,62	2054,38
July	2736,00	501,19	2234,81
August	3014,00	483,74	2530,26
September	3147,00	559,69	2587,31
October	3688,00	684,03	3003,97
November	3434,00	593,71	2840,29
December	3424,00	697,72	2726,28
<b>Total</b>	<b>36663,00</b>	<b>6692,73</b>	<b>29970,27</b>

### 2. Ekspor-Impor PLTS Atap Skenario 2

Grafik pemakaian energi hari libur dan hari kerja rata-rata pada periode bulan Februari 2023 dan produksi energi rata-rata periode 1 tahun Skenario 2 disajikan pada gambar berikut.



Gambar 10. Grafik Pemakaian Energi Hari Kerja dan Produksi Energi Skenario 2



Gambar 11. Grafik Pemakaian Energi Hari Libur dan Produksi Energi Skenario 2

Perhitungan jumlah total ekspor energi dan jumlah energi PLTS terpakai dapat diperoleh melalui perhitungan yang sama pada Skenario 1 maka diperoleh hasil seperti pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Energi PLTS Terpakai Skenario 2

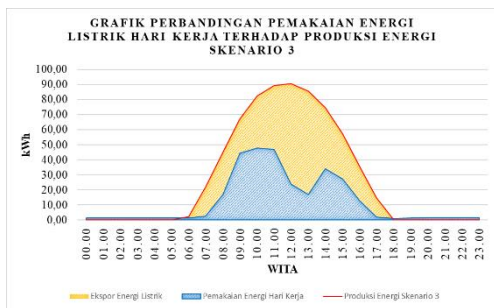
Bulan	Produksi Energi (kWh)	Total Ekspor Energi (kWh)	Energi PLTS Terpakai (kWh)
January	6634,00	1648,33	4985,67
February	6024,00	1505,30	4518,70
March	6873,00	1723,48	5149,52
April	6870,00	2271,80	4598,20
May	6141,00	1625,66	4515,34
June	5576,00	1394,71	4181,29
July	6055,00	1539,54	4515,46
August	6673,00	1664,22	5008,78
September	6968,00	1963,17	5004,83
October	8167,00	2584,37	5582,63
November	7605,00	2244,51	5360,49
December	7580,00	2357,45	5222,55
<b>Total</b>	<b>81166,00</b>	<b>22522,54</b>	<b>58643,46</b>

Tabel 5. Hasil Perhitungan Energi PLTS Terpakai Skenario 3

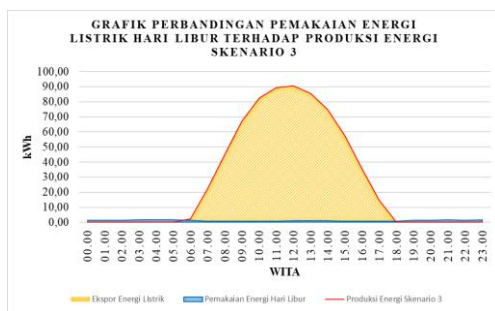
Bulan	Produksi Energi (kWh)	Total Ekspor Energi (kWh)	Energi PLTS Terpakai (kWh)
January	19721,00	12443,83	7277,17
February	17964,00	11545,90	6418,10
March	20636,00	13403,28	7232,72
April	20603,00	14179,48	6423,52
May	18448,00	11481,47	6966,53
June	16918,00	10228,71	6689,29
July	18083,00	11117,22	6965,78
August	20009,00	12776,46	7232,54
September	21052,00	14076,45	6975,55
October	24521,00	17247,98	7273,02
November	22881,00	15620,29	7260,71
December	22702,00	15694,72	7007,28
<b>Total</b>	<b>243538,00</b>	<b>159815,78</b>	<b>83722,22</b>

3. Ekspor-Impor PLTS Atap Skenario 3

Grafik pemakaian energi hari libur dan hari kerja rata-rata pada periode bulan Februari 2023 dan produksi energi rata-rata periode 1 tahun Skenario 3 disajikan pada gambar berikut.



Gambar 12. Grafik Pemakaian Energi Hari Kerja dan Produksi Energi Skenario 3



Gambar 13. Grafik Pemakaian Energi Hari Libur dan Produksi Energi Skenario 3

Perhitungan jumlah total ekspor energi dan jumlah energi PLTS terpakai dapat diperoleh melalui perhitungan yang sama pada Skenario 1 dan Skenario 2 maka diperoleh hasil seperti pada tabel berikut.

H. Biaya Investasi

Dalam penelitian ini, PT. Bintang Terbarukan Indonesia (PT. BTI) ditentukan sebagai vendor komponen PLTS Atap dengan mempertimbangkan jarak dari lokasi pemasangan, ketersediaan komponen yang dibutuhkan, serta legalitas perusahaan. Berikut daftar harga yang ditawarkan untuk pemasangan PLTS Atap di PT. Balifoam Nusa Megah.

Tabel 6. Penawaran Harga Paket PLTS Atap

Skenario 1 20,71 kWp					
No.	Komponen	Deskripsi	Jumlah	Garansi	Harga
1	Modul PV	545 Wp	38	15 Tahun	Rp 343.058.000,00
2	Inverter 20 kW	Solis 20K-5G	1	5 Tahun	
3	Jasa Instalasi	Jasa Instalasi Per-Wp	1	1 Tahun	
4	Mounting System	Aluminium Rail, Splice Rail, dan Tile Hook System	1		
5	Biaya Pengiriman		1		
6	Wiring System		1		
<b>Total</b>					<b>Rp 343.058.000,00</b>

Skenario 2 45,78 kWp					
No.	Komponen	Deskripsi	Jumlah	Garansi	Harga
1	Modul PV	545 Wp	84	15 Tahun	Rp 757.721.000,00
2	Inverter 50 kW	Solis 50K-5G	1	5 Tahun	
3	Jasa Instalasi	Jasa Instalasi Per-Wp	1	1 Tahun	
4	Mounting System	Aluminium Rail, Splice Rail, dan Tile Hook System	1		
5	Biaya Pengiriman		1		
6	Wiring System		1		
<b>Total</b>					<b>Rp 757.721.000,00</b>

Skenario 3 137,34 kWp					
No.	Komponen	Deskripsi	Jumlah	Garansi	Harga
1	Modul PV	545 Wp	252	15 Tahun	Rp 2.212.700.000,00
2	Inverter 50 kW	Solis 40K-5G	3	5 Tahun	
3	Jasa Instalasi	Jasa Instalasi Per-Wp	1	1 Tahun	
4	Mounting System	Aluminium Rail, Splice Rail, dan Tile Hook System	1		
5	Biaya Pengiriman		1		
6	Wiring System		1		
<b>Total</b>					<b>Rp 2.212.700.000,00</b>

I. Analisa Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan dan operasional per tahun untuk PLTS umumnya sebesar 1%-2% dari total biaya investasi, biaya pemeliharaan dan operasional PLTS meliputi pembersihan panel surya, biaya pemeliharaan serta pemeriksaan peralatan dan instalasi[8]. Pada penelitian ini ditentukan biaya pemeliharaan dan

operasional 1% per tahun dari total biaya investasi. Tabel berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemeliharaan dan operasional masing-masing skenario.

Tabel 7. Biaya Operasional & Pemeliharaan Per Tahun

Skenario	Biaya Investasi (Rp.)	Biaya Operasional & Pemeliharaan/Tahun (Rp.)
1	343.058.000	3.430.580
2	757.721.000	7.577.210
3	2.212.700.000	22.127.000

J. Analisa Transaksi Ekspor-Impor Energi Listrik

Transaksi ekspor-impur energi listrik berdasarkan PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018. Tagihan pemakaian energi listrik diperoleh dari pengurangan pemakaian energi sebelum terpasang PLTS Atap dengan energi terpakai PLTS Atap. Selanjutnya hasil pengurangan tersebut dikurangi dengan ekspor energi setelah dikali 0,65. Jika sisa energi ekspor masih lebih besar daripada energi yang terpakai, maka sisa energi tersebut akan menjadi tabungan energi untuk mengurangi tagihan pemakaian energi pada bulan selanjutnya. Sisa energi hanya dapat diakumulasikan maksimal selama 1 periode yaitu 3 bulan sehingga pada periode berikutnya sisa energi akan dihilangkan. Hasil perhitungan transaksi ekspor-impur masing-masing skenario disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Transaksi Ekspor-Impor Skenario 1

Bulan	kWh Impor		kWh Ekspor		Tagihan Energi (kWh)	Akumulasi Sisa Ekspor Energi (kWh)
	Pemakaian Energi Sebelum PLTS (kWh)	Energi PLTS Terpakai (kWh)	Ekspor Energi 65% (kWh)	Ekspor Energi 65% (kWh)		
Jan-23	16548	2504,44	320,16	13723,39	-	-
Feb-23	14356	2254,24	303,39	11798,37	0,00	0,00
Mar-23	14282	2603,18	326,18	11352,64	0,00	0,00
Apr-23	15714	2386,35	465,82	12861,83	-	-
Mei-22	16270	2244,76	344,01	13681,11	0,00	0,00
Jun-22	14561	2054,38	302,65	12203,91	0,00	0,00
Jul-22	13774	2234,81	325,77	11213,40	-	-
Agu-22	14287	2530,26	314,43	11442,27	0,00	0,00
Sep-22	15267	2587,31	363,80	12315,81	0,00	0,00
Okt-22	15799	3003,97	444,62	12350,30	-	-
Nov-22	15450	2840,29	385,91	12223,71	0,00	0,00
Des-22	15734	2726,28	453,52	12554,20	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>182041,47</b>	<b>29970,27</b>	<b>4350,27</b>	<b>147720,93</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tabel 9. Hasil Perhitungan Transaksi Ekspor-Impor Skenario 2

Bulan	kWh Impor		kWh Ekspor		Tagihan Energi (kWh)	Akumulasi Sisa Ekspor Energi (kWh)
	Pemakaian Energi Sebelum PLTS (kWh)	Energi PLTS Terpakai (kWh)	Ekspor Energi 65% (kWh)	Ekspor Energi 65% (kWh)		
Jan-23	16548	4985,67	1071,41	10490,91	-	-
Feb-23	14356	4518,70	978,45	8858,86	0,00	0,00
Mar-23	14282	5149,52	1120,26	8012,22	0,00	0,00
Apr-23	15714	4598,20	1476,67	9639,13	-	-
Mei-22	16270	4515,34	1056,68	10697,86	0,00	0,00
Jun-22	14561	4181,29	906,56	9473,09	0,00	0,00
Jul-22	13774	4515,46	1000,70	8257,82	-	-
Agu-22	14287	5008,78	1081,74	8196,44	0,00	0,00
Sep-22	15267	5004,83	1276,06	8986,03	0,00	0,00
Okt-22	15799	5582,63	1679,84	8536,42	-	-
Nov-22	15450	5360,49	1458,93	8630,49	0,00	0,00
Des-22	15734	5222,55	1532,34	8979,11	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>182041,47</b>	<b>58643,46</b>	<b>14639,65</b>	<b>108758,36</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tabel 10. Hasil Perhitungan Transaksi Ekspor-Impor Skenario 3

Bulan	kWh Impor		kWh Ekspor		Tagihan Energi (kWh)	Akumulasi Sisa Ekspor Energi (kWh)
	Pemakaian Energi Sebelum PLTS (kWh)	Energi PLTS Terpakai (kWh)	Ekspor Energi 65% (kWh)	Ekspor Energi 65% (kWh)		
Jan-23	16548	7277,17	8088,49	1182,34	-	-
Feb-23	14356	6418,10	7504,84	433,06	0,00	0,00
Mar-23	14282	7232,72	8712,13	-1662,85	0,00	0,00
Apr-23	15714	6423,52	9216,66	73,82	-	-
Mei-22	16270	6966,53	7462,95	1840,39	0,00	0,00
Jun-22	14561	6689,29	6648,66	1223,00	0,00	0,00
Jul-22	13774	6965,78	7226,19	-417,99	-	-
Agu-22	14287	7232,54	8304,70	-1668,27	417,99	417,99
Sep-22	15267	6975,55	9149,69	-2526,60	1668,27	1668,27
Okt-22	15799	7273,02	11211,19	-2685,31	-	-
Nov-22	15450	7260,71	10153,19	-4649,31	2685,31	2685,31
Des-22	15734	7007,28	10201,56	-6124,16	4649,31	4649,31
<b>Total</b>	<b>182041,47</b>	<b>83722,22</b>	<b>103880,26</b>	<b>-14981,89</b>	<b>9420,89</b>	<b>9420,89</b>

Penghematan tagihan pemakaian energi dapat diperoleh dengan mengurangi tagihan pemakaian energi sebelum terpasang PLTS dengan tagihan pemakaian energi setelah terpasangan PLTS. Hasil perhitungan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Tagihan Pemakaian Energi Listrik

Bulan	Tagihan Sebelum Terpasang PLTS (Rp.)	Skenario 1		Skenario 2		Skenario 3		
		Tagihan Setelah Terpasang PLTS (Rp.)	Penghematan Tagihan (Rp.)	Tagihan Setelah Terpasang PLTS (Rp.)	Penghematan Tagihan (Rp.)	Tagihan Setelah Terpasang PLTS (Rp.)	Tarif Minimum 40 Jam Nyala (Rp.)	Penghematan Tagihan (Rp.)
Jan-23	23.906.896	19.826.189	4.080.707	15.156.224	8.780.672	1.708.128	8.494.836	15.412.060
Feb-23	20.740.113	17.045.099	3.695.014	12.798.388	7.941.725	625.649	8.494.836	12.245.277
Mar-23	20.633.205	16.401.153	4.232.052	11.575.250	9.057.956	2.402.321	8.494.836	12.138.369
Apr-23	22.702.016	18.581.482	4.120.534	13.925.651	8.776.365	106.645	8.494.836	14.207.180
Mei-22	23.505.085	19.765.096	3.739.990	15.455.191	8.049.894	2.658.806	8.494.836	15.010.249
Jun-22	21.036.199	17.630.991	3.405.208	13.685.778	7.350.420	1.766.862	8.494.836	12.541.363
Jul-22	19.899.268	16.199.994	3.699.274	11.930.072	7.969.196	603.876	8.494.836	11.404.432
Agu-22	20.640.368	16.530.641	4.109.727	11.841.390	8.798.978	2.410.157	8.494.836	12.145.532
Sep-22	22.056.113	17.792.647	4.263.466	12.982.112	9.074.001	3.650.183	8.494.836	13.561.277
Okt-22	22.824.661	17.842.485	4.982.176	12.322.568	10.492.093	3.879.474	8.494.836	14.329.835
Nov-22	22.520.482	17.659.590	4.660.892	12.468.462	9.852.020	6.716.853	8.494.836	13.825.646
Des-22	22.730.910	18.137.055	4.593.855	12.972.116	9.758.794	8.847.568	8.494.836	14.236.074
<b>Total</b>	<b>262.995.316</b>	<b>213.412.422</b>	<b>49.582.893</b>	<b>157.123.204</b>	<b>105.872.112</b>	<b>21.644.340</b>	<b>101.938.032</b>	<b>161.057.284</b>

Berdasarkan Tabel 11 dapat diamati bahwa total tagihan yang harus dibayarkan sebelum terpasang PLTS Atap adalah sebesar Rp. 262.995.316. Pada tahun pertama setelah terpasang PLTS Atap terjadi penghematan sebesar Rp. 49.582.893 pada Skenario 1, Rp. 105.872.112 pada Skenario 2, dan Rp. 161.057.284 pada Skenario 3. Pada Skenario 3 produksi energi dari PLTS Atap cukup besar sehingga jumlah ekspor energi pada Skenario 3 pada bulan tertentu selama satu tahun lebih besar dari pemakaian energi setelah terpasang PLTS Atap. Hal ini menyebabkan tagihan setelah terpasang PLTS Atap lebih rendah dari tarif rekening minimum. Berdasarkan PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018 ditentukan bahwa tarif rekening minimum yaitu sejumlah 40 jam nyala dikalikan dengan daya kontrak



dan tarif dasar LWBP. Jika tagihan atau pemakaian energi listrik di bawah tarif rekening minimum maka akan dikenakan tagihan sebesar nilai tarif rekening minimum.

**K. Analisa Kelayakan Investasi**

Untuk menghitung NPV, PI, dan DPP dibutuhkan nilai *Net Cash Flow* (NCF), faktor diskonto dan *Present Value Net Cash Flow* (PVNCF) atau nilai arus kas bersih sekarang. Menentukan NCF atau nilai yaitu dengan menghitung arus kas masuk yang dikurangi arus kas keluar. Arus kas masuk yaitu penghematan tagihan listrik per tahun. Sedangkan untuk arus kas keluar yaitu biaya operasional dan pemeliharaan. Hasil perhitungan NCF untuk masing-masing skenario disajikan pada tabel berikut.

Tabel 12. Hasil Perhitungan NCF

Skenario	Arus Kas Masuk (Rp.)	Arus Kas Keluar (Rp.)	NCF (Rp.)
1	49.582.893	3.430.580	46.152.313
2	105.872.112	7.577.210	98.294.902
3	161.057.284	22.127.000	138.930.282

Perhitungan nilai PVNCF diperoleh melalui nilai arus kas bersih yang dikalikan dengan faktor diskonto. Dengan tingkat diskonto (i) yang digunakan sebesar 5,75%, nilai ini diambil berdasarkan data uang beredar Bank Indonesia per tanggal 22 Juni 2023. Perhitungan untuk menentukan faktor diskonto tahun ke-n adalah sebagai berikut.

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

Perhitungan faktor diskonto pada tahun pertama sebagai berikut

$$DF_{Tahun\ ke-1} = \frac{1}{(1 + 5,75\%)^1}$$

$$DF_{Tahun\ ke-1} = 0,9456$$

Hasil perhitungan PVNCF untuk masing-masing skenario yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 13. Hasil Perhitungan PVNCF

Tahun ke-	Arus Kas Bersih (NCF)			Pergantian Inverter (Rp)			Faktor Diskonto	PVNCF		
	SK1 (Rp)	SK2 (Rp)	SK3 (Rp)	SK1 (Rp)	SK2 (Rp)	SK3 (Rp)		SK1 (Rp)	SK2 (Rp)	SK3 (Rp)
1	46.152.313	98.294.902	138.930.284	-	-	-	0,9456	43.642.849	92.980.262	131.376.155
2	45.600.655	96.177.400	135.709.138	-	-	-	0,8942	42.705.111	90.947.953	128.330.154
3	44.942.490	95.711.622	135.000.486	-	-	-	0,8456	42.498.809	90.507.444	127.600.034
4	44.724.326	95.245.785	134.291.834	-	-	-	0,7996	42.292.507	90.066.936	126.989.914
5	44.506.161	94.779.948	133.583.182	-	-	-	0,7561	42.086.204	89.626.428	126.379.794
6	44.287.996	94.314.111	132.874.530	-	-	-	0,7150	41.879.901	89.185.920	125.770.674
7	44.069.831	93.848.274	132.165.878	-	-	-	0,6761	41.673.598	88.745.412	125.161.554
8	43.851.666	93.382.437	131.457.226	-	-	-	0,6394	41.467.295	88.304.904	124.552.434
9	43.633.501	92.916.600	130.748.574	-	-	-	0,6046	41.260.992	87.864.396	123.943.314
10	43.415.336	92.450.763	130.039.922	-	-	-	0,5717	41.054.689	87.423.888	123.334.194
11	43.197.171	91.984.926	129.331.270	16.474.674	33.899.249	81.338.570	0,5406	40.848.386	86.983.380	122.725.074
12	42.979.006	91.519.089	128.622.618	-	-	-	0,5113	40.642.083	86.542.872	122.115.954
13	42.760.841	91.053.252	127.913.966	-	-	-	0,4835	40.435.780	86.102.364	121.506.834
14	42.542.676	90.587.415	127.205.314	-	-	-	0,4572	40.229.477	85.661.856	120.897.714
15	42.324.511	90.121.578	126.496.662	-	-	-	0,4323	40.023.174	85.221.348	120.288.594
16	42.106.346	89.655.741	125.788.010	-	-	-	0,4088	39.816.871	84.780.840	119.679.474
17	41.888.181	89.189.904	125.079.358	-	-	-	0,3866	39.610.568	84.340.332	119.070.354
18	41.669.996	88.724.067	124.370.706	-	-	-	0,3656	39.404.265	83.900.824	118.461.234
19	41.451.811	88.258.230	123.662.054	-	-	-	0,3457	39.197.962	83.461.316	117.852.114
20	41.233.626	87.792.393	122.953.402	-	-	-	0,3269	38.991.659	83.021.808	117.243.000
21	41.015.441	87.326.556	122.244.750	-	-	-	0,3091	38.785.356	82.582.300	116.633.880
22	40.797.256	86.860.719	121.536.098	-	-	-	0,2923	38.579.053	82.142.792	116.024.760
23	40.579.071	86.394.882	120.827.446	-	-	-	0,2764	38.372.750	81.703.284	115.415.640
24	40.360.886	85.929.045	120.118.794	-	-	-	0,2614	38.166.447	81.263.776	114.806.520
25	40.142.701	85.463.208	119.410.142	9.419.179	19.381.464	46.515.698	0,2472	37.960.144	80.824.268	114.197.400
Total				25.893.853	53.280.732	127.874.268	-	976.309.287	2.080.610.547	2.870.244.092

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa kolom tahun merupakan umur proyek (n) diasumsikan selama 25 tahun sesuai dengan *life-time* modul surya. Kolom arus kas bersih (NCF) adalah pemasukan yang diperoleh dari penghematan tagihan listrik per tahun dikurangi biaya operasional dan pemeliharaan. Nilai NCF tiap tahun mengalami penurunan seiring dengan menurunnya performa dari panel surya, yang mana pada tahun pertama mengalami penurunan 2%, rata-rata 0,44% pada 5 tahun pertama, dan cenderung linier 0,55% setelah 5 tahun pertama hingga tahun ke-25. Selain itu terdapat biaya untuk pergantian inverter yang dibebankan pada tahun ke-11 dan tahun ke-21 sesuai dengan *life-time* dari inverter yaitu 10 tahun[9]. Perhitungan biaya pergantian inverter pada tahun ke-11 Skenario 1 sebagai berikut.

$$R_{WP} = F \times DF$$

$$R_{WPTahun\ ke-11\ SK1} = Rp. 30.472.000 \times \frac{1}{(1+5,75\%)^{11}} = Rp. 16.474.674$$

1. *Net Present Value* (NPV)

Perhitungan NVP Skenario 1:

$$NVP_{SK1} = Rp. 976.309.287 - Rp. 343.058.000 = Rp. 633.251.287$$

Perhitungan NVP Skenario 2:

$$NVP_{SK2} = Rp. 2.080.610.547 - Rp. 757.721.000 = Rp. 1.322.889.547$$

Perhitungan NVP Skenario 3:

$$NVP_{SK3} = Rp. 2.870.244.092 - Rp. 2.212.700.000 = Rp. 657.544.092$$

Perancangan PLTS Atap dapat dikatakan layak jika nilai NPV Lebih dari 0 Sehingga perancangan PLTS Atap masing-masing skenario dapat dikatakan layak.

2. *Profitability Index* (PI)

Perhitungan PI Skenario 1:

$$PI_{SK1} = \frac{Rp. 976.309.287}{Rp. 343.058.000} = 2,85$$

Perhitungan PI Skenario 2:

$$PI_{SK2} = \frac{Rp. 2.080.610.547}{Rp. 757.721.000} = 2,75$$

Perhitungan PI Skenario 3:

$$PI_{SK3} = \frac{Rp. 2.870.244.092}{Rp. 2.212.700.000} = 1,3$$

Perancangan PLTS Atap dapat dikatakan layak jika nilai Profitability Index lebih besar dari 1 (>1). Sehingga perancangan PLTS Atap masing-masing skenario dapat dikatakan layak.

3. *Discounted Payback Period* (DPP)

Nilai DPP diperoleh dengan menghitung lama waktu agar nilai PVNCF akan sama atau lebih besar dari nilai investasi. Perhitungan kumulatif diperlukan

untuk mengetahui periode waktu tersebut. Berdasarkan perhitungan kumulatif diketahui waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi awal yaitu tahun ke-9 pada Skenario 1 dan Skenario 2, sedangkan Skenario 3 tahun ke-19.

#### L. Analisa Persentase Keuntungan Penghematan

Untuk mengetahui persentase keuntungan pada masing-masing skenario dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\% \text{Keuntungan} = \frac{NPV}{\text{Initial Investment}} \times 100\%$$

Perhitungan persentase keuntungan Skenario 1:

$$\% \text{Keuntungan}_{SK1} = \frac{Rp.633.251.287}{Rp.343.058.000} \times 100\% = 185\%$$

Perhitungan persentase keuntungan Skenario 2:

$$\% \text{Keuntungan}_{SK2} = \frac{Rp.1.322.889.547}{Rp.757.721.000} \times 100\% = 175\%$$

Perhitungan persentase keuntungan Skenario 3:

$$\% \text{Keuntungan}_{SK3} = \frac{Rp.657.544.092}{Rp.2.212.700.000} \times 100\% = 29,72\%$$

NPV pada perhitungan di atas merupakan total pemasukan dikurangi investasi awal selama umur proyek, sehingga NPV dapat dikatakan sebagai keuntungan bersih dari masing-masing skenario perancangan PLTS Atap

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa tekno-ekonomi dapat ditentukan bahwa Skenario 2 memiliki potensi yang paling baik dibandingkan dengan Skenario 1 dan Skenario 3. Pada Skenario 2 kapasitas ditentukan berdasarkan beban puncak yaitu 45,78 kWp dan mengacu pada PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018.

Total penggunaan energi sebelum terpasang PLTS Atap dalam periode 1 tahun yaitu sebesar 182.041,47 kWh. Dengan menyimulasikan perancangan pada *software* PVSyst diperoleh dengan Skenario 2 total penggunaan energi setelah terpasang PLTS Atap sebesar 123.398,01 kWh dan total energi yang di ekspor sebesar 22.522,54 kWh. Total tagihan listrik yang dibayarkan pada ke PLN dalam periode 1 tahun sebelum terpasang PLTS Atap yaitu sebesar Rp.262.995.316. Dengan Skenario 2 mampu menghemat tagihan listrik pada tahun pertama sebesar Rp.105.872.112 dan total investasi yang dibutuhkan Rp.757.721.000. Selama 25 tahun PLTS Atap beroperasi keuntungan dengan Skenario 2 lebih tinggi dari skenario lainnya yaitu sebesar Rp.1.322.889.547.

Berdasarkan analisa kelayakan investasi menggunakan *Net Present Value*, *Profitability Index*,

dan *Discounted Payback Period* menunjukkan bahwa perancangan PLTS Atap untuk Skenario 2 layak untuk dijalankan serta memiliki persentase keuntungan 175% dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan biaya investasi yaitu 9 tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Presiden Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional*. Indonesia, 2014, hlm. 1–36.
- [2] Gubernur Bali, *Peraturan Gubernur Bali No. 45 Tahun 2019 Tentang Bali Energi Bersih*. Bali: Gubernur Bali, 2019, hlm. 20–10.
- [3] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 49 Tahun 2018 Tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Oleh Konsumen PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero)*. Indonesia: Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2018, hlm. 1–18.
- [4] PT. PLN (Persero), *Penyampaian Strategi Sementara Pelayanan PLTS Atap*. Indonesia, 2022.
- [5] ABB SACE, *Technical Application Papers No. 10 Photovoltaic Plants*. Bergamo: ABB, 2014. Diakses: 26 Maret 2023. [Daring]. Tersedia pada: [www.abb.com/solar](http://www.abb.com/solar)
- [6] E. A. Karuniawan, “Analisis Perangkat Lunak PVSYST, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, hlm. 100, Okt 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.001.
- [7] L. Blank dan A. Tarquin, *Engineering Economy: Seventh Edition*, Seventh. New York: McGraw-Hill, 2012.
- [8] G. Pradika, I. A. D. Giriantari, dan I. N. Setiawan, “Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 19, no. 2, hlm. 225, Des 2020, doi: 10.24843/mite.2020.v19i02.p15.
- [9] A. Ardiansyah, I. N. Nyoman Setiawan, dan I. W. Sukerayasa, “Perancangan PLTS Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian dan Pengembangan Kota Probolinggo,” *SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, hlm. 200–209, 2021.