

# PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA ROOFTOP KANTOR PT BALI CUKUP MANDIRI

I Made Sankhya Pranata Adiguna<sup>1</sup>, I Nyoman Setiawan<sup>2</sup>, I. A. Dwi Giriantari<sup>3</sup>

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

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

Email: [sankhya.adiguna@gmail.com](mailto:sankhya.adiguna@gmail.com)<sup>1</sup>, [setiawan@ee.unud.ac.id](mailto:setiawan@ee.unud.ac.id)<sup>2</sup>, [dayu.giriantari@unud.ac.id](mailto:dayu.giriantari@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

PLTS adalah pembangkit listrik yang merubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS memiliki konsep sederhana, yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya ini dapat menghasilkan energi yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tidak memerlukan bahan bakar, sehingga sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Jurnal ini membahas bagaimana melakukan perancangan sebuah sistem PLTS di PT Bali Cukup Mandiri. Perancangan tersebut berupa perhitungan jumlah solar panel yang bisa di pasang, kapasitas yang didapat, perhitungan biaya modal yang dibutuhkan, pemilihan jenis-jenis PLTS yang sesuai, untung rugi bila PLTS dipasang dan perbandingan biaya listrik sebelum dan sesudah terpasang. Hasil simulasi produksi energi listrik PLTS menggunakan aplikasi Helioscope dan HOMER. Hasil perhitungan pada sistem PLTS untuk Kapasitas 8 kWp membutuhkan modul surya 335 Wp sebanyak 24 unit, menggunakan sistem pemasangan PLTS 24 unit seri, biaya modal untuk pembuatan PLTS sekitar Rp. 114.504.000, listrik yang dihasilkan sistem PV sebesar 13.337 kWh/tahun dan memiliki peran menampung energi listrik hingga 49 %. Penghematan sebesar Rp 16.303.604 dalam satu tahun setelah dilakukan pengurangan dengan total pembayaran rekening listrik. Total waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal perancangan sistem PLTS rooftop di PT Bali Cukup Mandiri adalah 8 tahun.

**Kata Kunci:** PLTS rooftop, Energi Terbarukan, HOMER, Analisis Ekonomi

## Abstract

*Solar Power Plant is a power generator that converts sunlight into electricity. Solar Power Plant has a simple concept, namely converting sunlight into electrical energy. These solar cells can produce unlimited energy directly taken from the sun, and do not require fuel, so solar cells are often said to be clean and environmentally friendly. This journal discusses how to design a Solar Power Plant system at PT Bali Cukup Mandiri. The design is in the form of calculating the number of solar panels that can be installed, the capacity obtained, calculating the required capital costs, choosing the appropriate type of Solar Power Plant, the profit and loss if the Solar Power Plant is installed, and a comparison of electricity costs before and after it is installed. The simulation results of Solar Power Plant electrical energy production using the Helioscope and HOMER applications. The calculation results for the Solar Power Plant system for a capacity of 8 kWp require 24 units of 335 Wp solar modules, using a Solar Power Plant installation system of 24 serial units, the capital cost for making Solar Power Plant is around Rp. 114,504,000 electricity generated by the PV system is 13,337 kWh/year and accommodates up to 49% of electrical energy. savings of IDR 16,303,604 in one year after deducting the total electricity bill payments. The total time needed to cover the initial investment in designing a rooftop solar system at PT Bali Cukup Mandiri is 8 years.*

**Keywords:** PLTS Rooftop, Renewable Energy, HOMER, Economic Analysis

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia yang terletak di garis katulistiwa mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi

surya rata-rata sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari diseluruh wilayah Indonesia. Khususnya di provinsi Bali yang terletak pada garis khatulistiwa, dimana intensitas penyinaran

matahari cukup tinggi menjadi suatu pilihan untuk mengembangkan PLTS sebagai solusi kebutuhan energi listrik. Namun berlimpahnya sumber energi surya ini belum dimanfaatkan secara optimal [1].

Potensi energi surya di Indonesia mencapai 207,9 GW, namun penggunaannya baru mencapai 0,04%. Salah satu penerapan energi matahari adalah sistem PLTS *rooftop*. Sistem PLTS ini diaplikasikan pada *rooftop* bangunan dengan memanfaatkan ruang kosong. Sistem PLTS *rooftop* dapat digunakan untuk berinvestasi di bidang panel surya dan mengurangi tagihan listrik bulanan [2].

Berdasarkan peraturan Gubernur Bali No 45 Tahun 2019 tentang Bali energi bersih pasal 22 ayat 3 huruf b tentang bangunan komersial, industri, sosial, dan pemasangan sistem PLTS *rooftop* untuk rumah tangga dengan luas lebih dari 500 m<sup>2</sup> atau menggunakan teknologi surya lain untuk menyumbang setidaknya 20% dari kapasitas listrik terpasang atau luas *rooftop* MW [3].

Kantor PT Bali Cukup Mandiri merupakan kantor yang bergerak pada bidang MEP, gedung PT Bali Cukup Mandiri memiliki luas bangunan 600 m<sup>2</sup>. PT Bali Cukup Mandiri mendapat suplai listrik dari PLN dengan daya listrik 23000 VA. Gedung PT Bali Cukup Mandiri memiliki 3 lantai, sehingga biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi listrik pada kantor PT Bali Cukup Mandiri sangat mahal, konsumsi energi listrik pada gedung PT Bali Cukup Mandiri meliputi penggunaan AC, lampu, printer, komputer, dan beban lainnya. Oleh sebab itu maka gedung PT Bali Cukup Mandiri direncanakan akan memasang PLTS *rooftop* dalam pengembangannya guna mendukung pasokan listrik sendiri.

Melalui perancangan PLTS *rooftop* ini diharapkan dapat diketahui berapa besar jumlah energi yang dapat dihasilkan oleh PLTS yang di pasang pada *rooftop* kantor PT Bali Cukup Mandiri dan juga berapa energi yang dapat di suplai oleh PLTS. Desain dan posisi dari PLTS ini akan disimulasikan menggunakan Software Helioscope mengetahui desain dan jumlah modul surya yang akan di pasang di *rooftop*, kemudian menggunakan simulasi HOMER (Hybrid Optimization Model For Electric Renewable) untuk memperhitungkan kelayakan investasi dan ekonomi PLTS.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 PLTS

PLTS merupakan pembangkit listrik dari sinar matahari. Melalui sel surya (fotovoltaik), PLTS mengubah radiasi matahari menjadi foton, dan diubah menjadi energi listrik. Sel surya adalah lapisan-lapisan tipis dari bahan semikonduktor silikon (Si) murni. PLTS dapat mengubah cahaya matahari menjadi listrik DC maupun AC. PLTS Dapat menghasilkan listrik secara internal cuaca mendung terus berlanjut ringan [4].

### 2.2 PLTS *Rooftop*

Salah satu sistem energi surya (fotovoltaik) yang sedang dikembangkan merupakan PLTS *rooftop*. Sistem PLTS *rooftop* merupakan sistem PV yang lebih kecil daripada sistem PV yang dipasang di darat. PLTS *rooftop* diaplikasikan di atap bangunan tempat tinggal, bangunan komersial dan kawasan industri. Listrik yang dibangkitkan oleh sistem dapat dimasukkan ke jaringan yang diatur oleh *feed-in* tariff (FiT) atau digunakan untuk konsumsi sendiri dengan meteran bersih.

### 2.3 Komponen PLTS

Supaya PLTS mampu berfungsi dengan baik, maka dalam suatu sistem terdapat beberapa macam komponen utama dan komponen pembantu. Masing - masing komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Semua merupakan kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Pada dasarnya, seluruh komponen-komponen tersebut mempunyai masa pemakaian (*life time*) yang baik.

#### 2.3.1 Modul Surya / Panel Surya

Modul / panel surya mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Sel surya membangkitkan listrik yang berfungsi untuk mengisi baterai. Menambahkan (memperluas) modul / panel surya berarti menambah konversi energi matahari. Secara umum, modul sel surya dengan ukuran tertentu akan memberikan hasil tertentu. Untuk mencapai hasil energi listrik yang maksimal, permukaan modul surya harus selalu menghadap matahari [6].

#### 2.3.2 *Inverter*

*Inverter* merupakan konverter tegangan arus searah (DC) ke tegangan bolak balik (AC). *Inverter* berfungsi untuk

mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan *output* dapat bernilai tetap atau berubah - ubah pada frekuensi tetap atau berubah - ubah [7].

**2.4 Teknik Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi**

Agar suatu investasi mampu menghasilkan pengembalian yang diharapkan di masa depan, seorang investor harus terlebih dahulu melakukan analisis kelayakan investasi tersebut. Studi kelayakan investasi dapat dipahami sebagai ukuran untuk menentukan prospek proyek investasi, yang merupakan dasar pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak investasi. Sebelum mengambil keputusan investasi, penting untuk melakukan analisis kelayakan untuk menghindari investasi pada proyek dan aktivitas yang tidak menguntungkan[8].

**2.4.1 Net Present Value (NPV)**

*Net Present Value* berfungsi untuk: menentukan nilai tunai tanda terima, pembayaran kedepannya. *Net Present Value* dapat dihitung sebagai: gunakan persamaan berikut:

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

Keterangan :

- NCFt = *Net Cash Flow* periode tahun ke1 sampai tahun ke-n
- II = Investasi awal (*Initial Investment*)
- i = Tingkat diskonto
- n = Periode dalam tahun (umur investasi) [8].

**2.4.2 Benefit – Cost Ratio (B-CR)**

Untuk menentukan perhitungan *Cost Benefit* digunakan rumus perhitungan berikut:

$$B-CR = \frac{B}{C} = \frac{Benefit}{Cost}$$

Keterangan:

- B-CR = *Benefit – Cost Ratio*
- B = *Benefit* (keuntungan)
- C = *Cost* (pengeluaran)

Dari rumus tersebut kita dapat menentukan nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR). Jika B/C *ratio* lebih besar dari 1, maka proyek tersebut lebih murah karena keuntungan (*benefit*) yang diperoleh selama umur ekonomis proyek lebih besar daripada biaya (*expenses*) dan investasi (*investments*). Juga, jika rasio B/C kurang dari 1, proyek

dianggap tidak menguntungkan karena manfaat yang diperoleh selama umur ekonomis proyek tidak cukup untuk menutup biaya dan investasi [8].

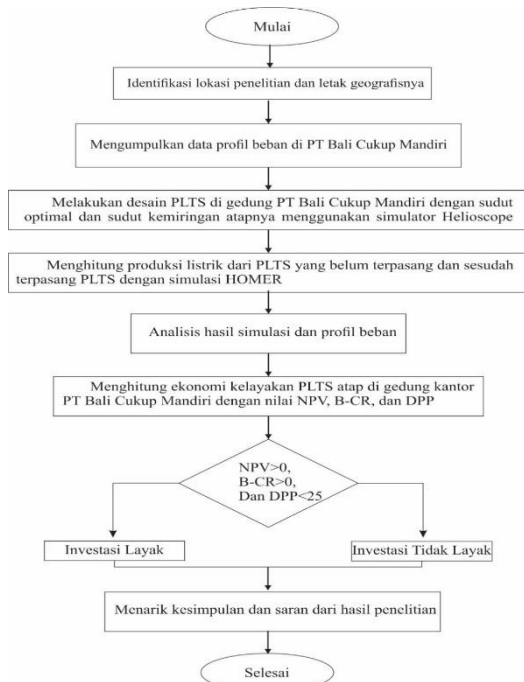
**2.4.3 Discounted Payback Period (DPP)**

*Payback period* merupakan waktu yang diperlukan untuk mengembalikan nilai investasi melalui pendapatan yang dihasilkan oleh proyek. *Discounted Payback Period* (DPP) merupakan periode di mana dana dikembalikan dihitung dengan menggunakan faktor diskonto. DPP dapat ditentukan melalui memperkirakan jumlah tahun yang diperlukan untuk nilai sekarang kumulatif arus kas bersih sama dengan jumlah investasi awal. Berikut adalah beberapa kriteria untuk menentukan apakah proyek yang ingin Anda lakukan dapat dilakukan dengan cara ini:

- (a) Jika periode DPP lebih pendek dari durasi proyek, investasi proyek dianggap layak.
- (b) Investasi dalam proyek tidak dinilai layak jika durasi DPP lebih lama dari umur proyek [8].

**3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini akan dilaksanakan digedung kantor PT Bali Cukup Mandiri, yang beralamat di Jl. Tukad Badung No 999, Renon, Denpasar Selatan. Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan Desember 2021 - Juli 2022. Berikut merupakan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart) Alur Analisis

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Gambaran Umum PT Bali Cukup Mandiri

Gedung PT Bali Cukup Mandiri merupakan gedung kantor yang bergerak pada bidang MEP (*Mechanical, Electrical dan Plumbing*). Gedung PT Bali Cukup Mandiri berlokasi di Denpasar, tepatnya di Jalan tukad badung no. 999, Renon, Kec. Denpasar barat., kota Denpasar. Gedung PT Bali Cukup Mandiri memiliki luas bangunan 600 m<sup>2</sup> gedung PT Bali Cukup Mandiri memiliki 3 lantai, lantai 1 memiliki beberapa ruangan yaitu, *Lobby*, ruang logistik, dan ruang *meeting*, lantai 2 memiliki beberapa ruangan seperti ruang studio dan *Front Office* dan lantai 3 sebagai ruang direktur.

Gedung PT Bali Cukup Mandiri mendapat suplai dari PLN sebesar 23.000 VA, konsumsi energi listrik di PT Bali Cukup Mandiri meliputi penggunaan *Air Conditioner* (AC), Komputer, *Printer*, lampu dan beban lainnya.

##### 4.2 Profil Energi Listrik dan Rekening Pembayaran Listrik Gedung PT Bali Cukup Mandiri

Penelitian ini menggunakan data beban gedung PT Bali Cukup Mandiri dipakai satu tahun pada tahun 2021 dapat

dilihat pada Tabel 1. Data beban gedung didapatkan dari PT PLN (Persero).

Tabel 1. Pembayaran bulanan ke PLN tahun 2021

No	Bulan	Pembayaran	Jumlah Pemakaian (kWh)
1	Januari	Rp. 7.271.449	4.280
2	Februari	Rp. 5.590.926	3.291
3	Maret	Rp. 6.043.042	3.557
4	April	Rp. 6.301.210	3.709
5	Mei	Rp. 6.701.560	3.944
6	Juni	Rp. 7.940.967	4.674
7	Juli	Rp. 7.254.893	4.270
8	Agustus	Rp. 6.558.619	3.860
9	September	Rp. 5.351.760	3.150
10	Oktober	Rp. 7.082.316	4.169
11	November	Rp. 5.283.938	3.110
12	Desember	Rp. 6.636.344	3.906
	Jumlah	Rp. 51.903.844	45.919

##### 4.3 Iradiasi Matahari di Gedung PT Bali Cukup Mandiri

Keluaran dari PLTS dipengaruhi oleh adanya iradiasi matahari suatu wilayah. Rata - rata iradiasi bulanan matahari yang berada di wilayah PT Bali Cukup Mandiri yaitu 4,25 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Data iradiasi matahari daerah Denpasar didapatkan dari *website* PowerLabs NASA dengan menentukan titik wilayah yang ingin diketahui irradiasi matahari bulannya. Rata-rata bulanan *Solar Global Horizontal Irradiance* (GHI) dapat dilihat pada tabel 2.

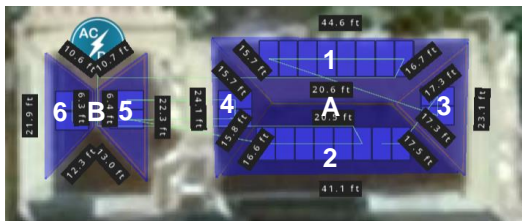
Tabel 2. Rata-rata bulanan *Solar Global Horizontal Irradiance* (GHI)

Bulan	Radiasi Harian (kWh/m <sup>2</sup> /hari)
Januari	4,12 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Februari	4,57 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Maret	4,54 kWh/m <sup>2</sup> /hari
April	4,46 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Mei	4,49 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Juni	4,42 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Juli	4,24 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Agustus	4,19 kWh/m <sup>2</sup> /hari
September	4,16 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Oktober	4,08 kWh/m <sup>2</sup> /hari
November	3,84 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Desember	3,92 kWh/m <sup>2</sup> /hari
Rata Rata	4,25 kWh/m <sup>2</sup> /hari

##### 4.4 Perancangan PLTS Rooftop PT Bali Cukup Mandiri













Pada Gambar 2 ditampilkan desain PLTS *Rooftop* PT Bali Cukup Mandiri. Perancangan PLTS *rooftop* di PT Bali Cukup Mandiri direncanakan dipasang pada *rooftop* A dengan mengarah utara, selatan, timur, barat dan pada *rooftop* B mengarah timur dan barat yang dimana pada *rooftop* A trapesium pertama dinamakan *Field*

Segment 1, bagian kedua berbentuk trapesium kedua dinamakan *Field Segment 2*, bagian ketiga berbentuk segitiga dinamakan *Field Segment 3*, bagian keempat berbentuk segitiga dinamakan *Field Segment 4* dan pada *rooftop B* bagian kelima yang berbentuk trapesium pertama dinamakan *Field Segment 5*, bagian keenam yang berbentuk trapesium kedua dinamakan *Field Segment 6* dan pada saat memulai desain pada PLTS menggunakan Helioscope yang dilakukan yaitu membuat garis pada *rooftopnya* kemudian dapat menginput tipe modul surya yang dipilih, jenis pemasangan modul suryanya, tinggi bangunan, *azimuth*, dan sudut *rooftop*.



Gambar 2. Desain PLTS Rooftop PT Bali Cukup Mandiri

Gambar 3 merupakan hasil *input* dari keenam *field segment* sesuai spesifikasi PLTS *rooftop* PT Bali Cukup Mandiri Bali

Description	Modules	Action
Field Segment 1	8 (3kW)	 
Field Segment 2	8 (3kW)	 
Field Segment 3	2 (1kW)	 
Field Segment 4	2 (1kW)	 
Field Segment 5	2 (1kW)	 
Field Segment 6	2 (1kW)	 

24 Modules, 8.0kWp

Gambar 3. Hasil Inputan Modul Surya PLTS Rooftop

#### 4.5 Menentukan *Inverter* PLTS Rooftop di PT Bali Cukup Mandiri

Menggunakan Helioscope dalam menentukan *Inverter* pada PLTS *rooftop* PT Bali Cukup Mandiri dapat mensimulasikan pada Helioscope. Pada *software* Helioscope untuk menentukan jumlah modul surya terdapat menu *electrical*. Dengan melakukan simulasi pada Helioscope menentukan *inverter* yang akan dipasang pada PT Bali Cukup Mandiri dengan sudut kemiringan *rooftop* memiliki jumlah modul

surya sebanyak 24 buah dengan kapasitas modul surya sebesar 8 kWp maka dapat menggunakan *Inverter* tipe Growatt MOD 8000TL3-X sebesar kapasitas 8 kW dan *inverter* yang dipasang sebanyak 1 buah *Inverter* untuk menghasilkan *output* yang maksimal pada PLTS di PT Bali Cukup Mandiri.

#### 4.6 Konfigurasi Seri Modul Surya

Konfigurasi modul surya baik yang terhubung secara seri bergantung pada besarnya tegangan *input inverter* yang digunakan. Perhitungan konfigurasi seri dalam perencanaan sangat penting karena dengan perhitungan berikut diketahui tegangan serta arus *input DC* dari panel surya ke *inverter*. Berikut perhitungan untuk menentukan banyaknya modul yang di rangkai seri:

##### A. Rangkaian Seri Minimal

$$\text{Minimal modul seri} = \frac{V_{\text{min Inverter}}}{V_{\text{mpp modul}}}$$

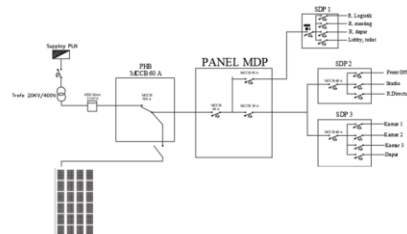
$$\text{Minimal modul seri} = \frac{200}{37,6} = 5,31 = 5 \text{ unit}$$

##### B. Rangkaian Seri Maksimal

$$\text{maksimal modul seri} = \frac{V_{\text{max Inverter}}}{V_{\text{mpp modul}}}$$

$$\text{maksimal modul seri} = \frac{1100}{37,6} = 29,2 = 29 \text{ unit}$$

Skematik PLTS PT Bali Cukup Mandiri ditampilkan pada Gambar 4. Desain dari hasil simulasi menggunakan Helioscope pada PLTS *rooftop* di PT Bali Cukup Mandiri, pemasangan modul surya dipasang dibagian *rooftop A* dan *B* dengan jumlah modul surya sebanyak 24 modul surya dengan kapasitas sebesar 8 kWp dihubungkan ke daya listrik terpasang 23.000 VA melalui panel hubung bagi dengan pengaman MCCB 60 A. Berikut gambar dari perancangan diagram *single line* PT Bali Cukup Mandiri.

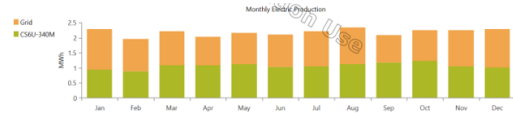


Gambar 4. Skematik PLTS PT Bali Cukup Mandiri

#### 4.7 Produksi Energi PLTS

Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS melalui simulasi HOMER adalah 12.798 kWh/tahun dan memiliki peran mensuplai energi listrik hingga 49 % dan 51 %

oleh *grid* dengan total beban 26.135 kWh/tahun seperti yang dijelaskan di Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata Produksi Energi Listrik Pada Sistem

#### 4.8 Perhitungan Investasi Awal Perancangan PLTS Rooftop PT Bali Cukup Mandiri

Awal biaya investasi untuk rancangan sistem PLTS *rooftop* PT Bali Cukup Mandiri yaitu biaya untuk komponen sistem PLTS, dan biaya instalasi sistem PLTS. Tabel 3 berikut merupakan biaya investasi awal PLTS.

Tabel 3. Biaya Investasi Awal

Nama Komponen	Jumlah	Satuan	Harga	Total
<i>Direct Cost</i>				
Panel Surya Yingli Solar YL33P-35b	24	Unit	Rp.2.400.000	Rp.57.600.000
Geowatt MOD 8000TL3-X	1	Unit	Rp.19.369.000	Rp.19.369.000
Kwh Exim EDM MK78	1	Unit	Rp.3.200.000	Rp.3.200.000
MCCB 60 A Eaz100f 3060	1	Unit	Rp.425.000	Rp.425.000
Siocable PV-1F Black & Red Kabel Panel Surya 4 mm2 Solar Cable 12 AWG	150	Meter	Rp26.400	Rp.3.960.000
Siocable PV-1F Black & Red Kabel Panel Surya 6 mm2 10 AWG	35	Meter	Rp.30.000	Rp.1.050.000
PV Combiner Box	2	Unit	Rp.1.200.000	Rp.2.400.000
<i>Indirect Cost</i>				
Pemasangan dan Instalasi**	1	Kali	Rp15.000.000	Rp15.000.000
Biaya Pengiriman Panel Surya dan Inverter***	1	Kali	Rp5.000.000	Rp5.000.000
Biaya Pengerjaan Rak Panel Surya****	1	Kali	Rp6.500.000	Rp6.500.000
<b>Total</b>				<b>Rp.114.504.000</b>

#### 4.9 Biaya Pemeliharaan dan Operasional

Biaya pemeliharaan serta operasional per tahun untuk PLTS, umumnya diperhitungkan sebesar 1 - 2% dari total biaya investasi awal, dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$PO = 1\% \times I$$

$$PO = 1\% \times \text{Rp } 144.504.000$$

$$PO = \text{Rp } 1.445.040 \text{ per tahun}$$

#### 4.10 Perhitungan Biaya Penghematan Energi Listrik

Penghematan energi listrik dilaksanakan dengan menbandingkan hasil simulasi awal saat PLTS belum terpasang dengan hasil simulasi saat PLTS sudah terpasang. Ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan sebelum dan sesudah terpasang PLTS

Bulan	KWH tanpa PLTS	Pembelian (Rp)	KWH dengan PLTS	Pembelian	Selisih KWH	Penghematan (Rp)
Januari	2079	Rp. 3.531.437	1344	Rp. 2.283.456	735	Rp. 1.248.765
Februari	1718	Rp. 2.918.514	1056	Rp. 1.794.144	662	Rp. 1.124.738
Maret	1934	Rp. 3.285.797	1129	Rp. 1.918.171	805	Rp. 1.367.695
April	1776	Rp. 3.017.432	941	Rp. 1.598.759	835	Rp. 1.418.665
Mei	1883	Rp. 3.198.395	1033	Rp. 1.755.067	850	Rp. 1.444.150
Juni	1840	Rp. 3.126.938	1071	Rp. 1.819.629	769	Rp. 1.306.531
Juli	1972	Rp. 3.351.078	1165	Rp. 1.979.335	807	Rp. 1.371.093
Agustus	2070	Rp. 3.517.734	1210	Rp. 2.055.790	860	Rp. 1.461.140
September	1753	Rp. 2.978.495	907	Rp. 1.540.993	846	Rp. 1.437.354
Oktober	1913	Rp. 3.250.253	1019	Rp. 1.731.281	894	Rp. 1.518.906
November	1969	Rp. 3.345.018	1197	Rp. 2.033.703	772	Rp. 1.311.628
Desember	2026	Rp. 3.441.986	1264	Rp. 2.147.536	762	Rp. 1.294.638
<b>Total</b>	<b>22933</b>	<b>Rp. 38.963.082</b>	<b>13337</b>	<b>Rp.22.659.563</b>	<b>9596</b>	<b>Rp. 16.303.604</b>

Berdasarkan Tabel 4 maka dapat disimpulkan dengan adanya terkoneksi dengan PLTS pembayaran PT Bali Cukup Mandiri dapat menghemat energi sebesar 9.596 kWh dengan menghemat pembayaran sebesar Rp 16.303.604.

#### 4.10 Analisis Investasi Kelayakan Ekonomi

Dengan biaya investasi sebesar Rp.144.504.000, arus kas masuk memiliki nominal sebesar Rp. 19.132.052, arus kas keluar memiliki nominal sebesar Rp.1.145.040, sehingga arus kas bersih akan memiliki nominal Rp. 17.987.012. Mengetahui Inverter memiliki usia layak pakai selama 10 tahun, maka diperlukanya *replacement* yang akan memakan biaya sebesar Rp. 11.621.566 pada tahun ke 11. Pada tahun ke 21 *Inverter* yang sama akan memakan biaya sebesar Rp. 7.239.664 dikarenakan akan adanya *discount factor* pada *Inverter*. PVNCF beserta kumulatifnya dapat ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Alur Kas PLTS di PT Bali Cukup Mandiri

Tahun	Biaya Investasi	Arus Kas Masukan	Arus Kas Keluar	Arus Kas Bersih	Inverter	Diskonto Factor	PVnCF	Kumulatif PVnCF (Rp)
1	Rp114.504.000	Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,91	Rp17.587.061	Rp4.479.279
2		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,83	Rp16.588.281	Rp20.899.560
3		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,76	Rp15.668.800	Rp36.307.890
4		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,69	Rp14.789.350	Rp51.057.040
5		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,63	Rp13.948.800	Rp65.026.700
6		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,57	Rp13.140.800	Rp78.267.500
7		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,52	Rp12.369.200	Rp90.776.700
8		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,47	Rp11.633.600	Rp102.540.300
9		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,43	Rp10.932.000	Rp113.562.300
10		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,39	Rp10.264.000	Rp123.836.300
11		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012	Rp11.621.566	0,36	Rp9.628.400	Rp133.267.900
12		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,33	Rp9.018.400	Rp141.886.300
13		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,30	Rp8.432.000	Rp149.694.300
14		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,27	Rp7.870.400	Rp156.764.700
15		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,25	Rp7.331.200	Rp163.155.900
16		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,23	Rp6.812.800	Rp168.948.700
17		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,21	Rp6.323.200	Rp174.151.900
18		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,19	Rp5.862.400	Rp178.784.300
19		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,18	Rp5.428.400	Rp182.852.700
20		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,16	Rp5.019.200	Rp186.373.900
21		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012	Rp7.239.664	0,15	Rp4.634.536	Rp189.348.436
22		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,14	Rp4.272.400	Rp191.780.836
23		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,13	Rp3.931.200	Rp193.672.036
24		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,12	Rp3.609.600	Rp195.062.436
25		Rp19.132.052	Rp1.145.040	Rp17.987.012		0,11	Rp3.307.200	Rp195.999.636

#### 4.11 Net Present Value (NPV)

*Net Present Value* (NPV) dapat ditentukan kelayakan investasi dari seluruh aliran kas bersih yang dinilai sekarang atas dasar faktor diskonto. Dari Tabel 5 Alur kas PLTS di PT Bali Cukup Mandiri bahwa arus kas sebesar Rp 251.232.586 dan biaya

investasi sebesar Rp 114.504.000. sehingga dapat diketahui besar nilai NPV sebagai berikut:

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

$$= \text{Rp } 251.232.586 - \text{Rp } 114.504.000$$

$$= \text{Rp } 136.728.586$$

**4.12 Benefit – Cost Ratio (B-CR)**

*Benefit – Cost Ratio* bisa didapatkan dengan membandingkan antara jumlah nilai arus kas bersih sekarang dengan nilai investasi awal. Dengan arus kas senilai Rp 188.965.166 dan biaya inventasi awal sebesar Rp 114.504.000. Maka nilai B-CR dapat dicari sebagai berikut:

$$\frac{B}{C} = \frac{BENEFIT}{COST} = \frac{EUAB}{EUAC}$$

$$= \frac{\text{Rp } 251.232.586}{\text{Rp } 114.504.000}$$

$$= 2,19$$

**4. Discounted Payback Period (DPP)**

*Discount Payback Period (DPP)* didapat dengan menghitung berapa tahun jumlah nilai arus kas bersih sekarang akan sama atau lebih dengan nilai investasi awal. Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai kumulatif PVNCF tahun ke-11 mendekati nilai investasi awal. Selisih nilai Kumulatif PVNCF kumulatif tahun ke-11 dengan investasi awal sebesar Rp 4.669.395, sedangkan nilai kumulatif PVNCF tahun ke-11 adalah Rp 109.834.605. Oleh karena itu, waktu yang diperlukan untuk menutupi kekurangan investasi yaitu

$$DPP = n + \frac{(\text{Biaya Investasi Awal} - \text{NKPVNCF } n)}{(\text{NKPVNCF } n+1 - \text{NKPVNCF } n)}$$

$$= 7 + \frac{\text{Rp}.114.504.000 - \text{Rp } 104.046.199}{\text{Rp } 116.816.977 - \text{Rp } 104.046.199}$$

$$= 7 + 0,818$$

$$= 8 \text{ Tahun}$$

Maka total waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal perancangan sistem PLTS *rooftop* di PT Bali Cukup Mandiri adalah 8 tahun. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan investasi layak karena DPP lebih kecil dibandingkan umur proyek (DPP < 25 Tahun).

Tabel 6. Analisis Kelayakan PLTS PT Bali Cukup Mandiri

NO.	Analisis kelayakan	Kriteria Kelayakan	Hasil Analisis Investasi	Kesimpulan
1	Net Present Value (NPV)	Layak (NPV > 0) Tidak Layak (NPV < 0)	Rp 136.728.586	Investasi dianggap layak diinvestasikan karena nilai NPV selama umur proyek lebih besar dari 0.
2	Benefit - Cost Ratio (B-CR)	Layak (B-CR > 0) Tidak Layak (B-CR < 0)	2,19	investasi dianggap layak diinvestasikan karena antara pendapatan dan investasi bernilai lebih besar dari 1.
3	Discount Payback Period (DPP)	Layak (DPP lebih pendek dari umur proyek) Tidak Layak (DPP lebih panjang dari umur proyek)	8 tahun	Dari investasi ini pengembalian modal terjadi 8 tahun, investasi dikatakan layak karena DPP lebih kecil dibandingkan umur proyek (DPP < 25 Tahun).

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari penelitian dapat disimpulkan :

1. PT Bali Cukup Mandiri memiliki kebutuhan energi rata-rata 3,036 kW per satujamnya dan 72,8 kWh dalam sehari.
2. PT Bali Cukup Mandiri Bali direncanakan menggunakan sistem *ongrid*, berdasarkan pembahasan dan analisa desain PLTS *rooftop* di PT Bali Cukup Mandiri sesuai dengan perhitungan konfigurasi seri panel dan hasil simulasi menggunakan *software* Helioscope.
3. PLTS ini akan dipasang PLTS sebesar 8 kWp, dikarenakan keterbatasan area dari *rooftop* PT Bali Cukup mandiri Bali.
4. Analisis kelayakan ekonomi dari perancangan PLTS di PT Cukup Mandiri menunjukkan investasi yang dilakukan pada perancangan PLTS ini layak untuk dilaksanakan, berdasarkan perhitungan *Net Present Value*, *Benefit Cost Ratio*, dan *Discounted Payback Period*.

**6. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Bagas, P. 2020. Desain PLTS *Rooftop* Kampus Universitas Udayana Gedung Administrasi. Jimbaran: Universitas udayana.
- [2] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral 2004. Kebijakan Batubara Nasional. Jakarta: KESDM - No. 1128 K/40/MEM/2004.
- [3] Peraturan Gubernur Bali 2019. Kebijakan energi Bersih. Bali: PERGUB – No. 45.
- [4] Dunlop, J. P., 1997. Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic System Fundamental and Aplocation. Florida: Florida Solar Energy Center/University of Central Florida.
- [5] Irwan, P. 2021. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Rooftop* Kantor Bupati Tapanuli Utara. Jimbaran: Universitas udayana.
- [6] Ko, L., Wang, J.-C., Chen, C.-Y. and Tsai, H.-Y., 2015. Evaluation of the development potential of rooftop solar photovoltaic in Taiwan. *Renewable Energy*, 76, pp. 582-595
- [7] Halim, L., Oetomo. 2019. Perancangan dan Implementasi Awal Solar Inverter Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid.
- [8] Hidayat, F., Winardi, B., Nugroho, A. 2018. Analisis Ekonomi Perencanaan Pemabngkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. *TRANSIENT*, vol.7, no.4, ISSN:2307-9927,86.
- [9] PNPM. 2010. Buku Panduan Energi Terbarukan. Jakarta : Kementerian Dalam Negeri
- [10] Evan, P., Arie, D., Rispianda. 2015. Rancangan Alat Pengisi Daya Dengan Panel Surya (Solar Charge Bag) Menggunakan Quality Function Deployment (QFD)
- [11] Ryan, T. 2020. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp dengan sistem Solar charge. Jimbaran: Universitas udayana.