

---

## **Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *On-Grid* di Atap Gedung untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Listrik Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia – Jakarta**

<sup>1</sup>Yofi Grecia Sitorus\*, <sup>2</sup>Bambang Widodo, <sup>3</sup>Robinson Purba

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Jakarta

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

\*Corresponding author: [1greciayofie@gmail.com](mailto:greciayofie@gmail.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini merupakan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On-Grid*, pada gedung Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia (FT UKI). Dalam menganalisis perancangan ini, baik dari sisi teknik maupun sisi ekonomi serta menentukan *Break Event Point* (BEP) digunakan alat bantu aplikasi HOMER. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, yang mencakup pengumpulan, analisis dan penyajian data dalam bentuk angka. Setelah melakukan simulasi HOMER. PLTS terdiri dari 407 panel surya dengan total kapasitas daya keseluruhan adalah 150,890 Wp (watt peak), serta inverter sebanyak 16 unit dengan total kapasitas keseluruhan yaitu 160.000 kW (kilowatt), dan total biaya seluruh komponen adalah Rp. 1.245.305.649,95. Dalam segi ekonomi, penghematan biaya dari nilai *Net Present Cost* (NPC) pada perancangan ini adalah sebesar Rp. 830.000.000, menghemat biaya *Levelized Cost of Electricity* (LCOE) sebesar Rp. 227,87/kWh (kilowatt hour), serta menghemat biaya *Operation & Maintenance* (O&M) sebesar Rp. 142.000.000. Dari hasil kajian ini, diperoleh nilai BEP sekitar 7,27 tahun.

**Kata Kunci :** PLTS, HOMER, *On-Grid*, NPC, LCOE, BEP

### **Abstract**

*This research is the design of an On-Grid Solar Power Plant (PLTS), at the Faculty of Engineering building of Universitas Kristen Indonesia (FT UKI). In analysing this design, both from the technical and economic sides and determining the Break Event Point (BEP), the HOMER application tool is used. The research method used is quantitative method, which includes collecting, analysing and presenting data in the form of numbers. After doing the HOMER simulation. PLTS consists of 407 solar panels with a total overall power capacity of 150,890 Wp (watt peak), as well as 16 units of inverters with a total overall capacity of 160,000 kW (kilowatt), and the total cost of all components is Rp. 1,245,305,649.95. In terms of economics, the cost savings from the Net Present Cost (NPC) value of this design is Rp. 830,000,000, saving the Levelised Cost of Electricity (LCOE) cost of Rp. 227.87/kWh (kilowatt hour), and saving Operation & Maintenance (O&M) costs of Rp. 142,000,000. From the results of this study, a BEP value of around 7.27 years was obtained.*

*Keywords: PLTS, HOMER, On-Grid, NPC, LCOE, BEP*

## **1. PENDAHULUAN**

Setiap tahun, permintaan energi listrik di Indonesia meningkat, sementara stok energi fosil semakin menurun, seperti bahan bakar batubara yang saat ini tersisa sekitar 38,84 miliar ton dengan rata-rata produksi sebesar 600 juta ton per tahun, diperkirakan akan bertahan hingga 65 tahun ke depan<sup>[1]</sup>. Sampai saat ini, sekitar 80% sumber energi yang digunakan, masih bersumber dari energi konvensional yang tidak dapat diperbaharui dan berdampak buruk pada lingkungan<sup>[2]</sup>. Akibatnya, terjadi peningkatan konsentrasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Kelebihan gas rumah kaca menjebak sinar matahari dan berpotensi menyebabkan perubahan iklim<sup>[3]</sup>. Penyelesaian untuk masalah ini adalah dengan membangun

pembangkit listrik energi terbarukan yang dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan dapat menciptakan bangunan tanpa emisi CO<sub>2</sub><sup>[4]</sup>.

Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional memutuskan tujuan bahwa pada tahun 2025, setidaknya 23% dari peran energi bersumber dari sumber energi baru dan terbarukan yang selaras dengan ekonomi. Selanjutnya, pada tahun 2050, setidaknya 31% dari peran sumber energi baru yang selaras dengan ekonomi<sup>[5,6]</sup> seperti tenaga surya, air, bioenergi, angin, panas bumi, laut dan nuklir<sup>[7]</sup>.

Penurunan cadangan fosil, pengurangan emisi gas karbon dioksida, implementasi Peraturan Pemerintah No.79 Tahun 2014 mengenai kebijakan energi nasional, dan potensi energi surya sekitar 4,80 kWh/m<sup>2</sup>/hari di Indonesia<sup>[8]</sup>

merupakan alasan dalam pembangunan PLTS pada berbagai jenis bangunan, seperti perkantoran, hunian, dan lembaga pendidikan.

Ada beberapa jenis PLTS yaitu: *hybrid*, *off-grid*, dan *on-grid*. Sistem PLTS *hybrid* adalah sistem PLTS yang menggunakan dua atau lebih pembangkit energi berbeda untuk meningkatkan ketersediaan energi dan penggunaan biaya yang lebih hemat pada beban<sup>[9]</sup>. PLTS *off-grid* merupakan sistem tenaga surya yang sangat bergantung pada tingkat radiasi matahari, karena tidak memiliki koneksi ke jaringan PLN dan sistem ini sangat sesuai untuk wilayah yang belum teraliri oleh jaringan listrik PLN<sup>[10]</sup>. PLTS *on-grid* adalah sistem PLTS yang terkoneksi dengan jaringan listrik PLN, sehingga PLTS dan PLN bekerja sama dalam memasok daya listrik ke beban<sup>[11]</sup>. Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia berperan dalam mendukung program pemerintah untuk membangun PLTS, dimulai dengan pembangunan PLTS *on-grid* pada area gedung FT UKI untuk menciptakan bangunan tanpa emisi CO<sub>2</sub>. Alasan dalam pemilihan PLTS *on-grid* adalah, dapat mengurangi biaya operasional karena tidak memerlukan penyimpanan energi, dan bersifat ekologis. Lembaga ini merupakan suatu lembaga kampus yang mendukung dan memfasilitasi mahasiswa dan dosen dalam melakukan perkuliahan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Dalam membangun PLTS perlu dilakukan perancangan, baik dari aspek teknis maupun aspek ekonomis. Oleh

karena itu, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang PLTS *on-grid* di atas gedung FT UKI - Jakarta
2. Menentukan apakah pembangkit dengan sistem PLTS *on-grid* lebih ekonomis dibandingkan hanya menggunakan suplai dari PLN
3. Menentukan *Break Even Point* (BEP) FT UKI - Jakarta.
4. Menentukan pengurangan karbon dioksida akibat pembangunan PLTS.

## 2. LANDASAN TEORI

Energi matahari adalah energi terbarukan yang berasal dari radiasi sinar dan panas yang dipancarkan oleh matahari yang juga dapat dimanfaatkan dalam membantu proses fotosintesis. Energi ini dipancarkan oleh matahari secara seragam ke segala arah dengan rumus Planck's blackbody seperti yang terlihat dalam persamaan (1)<sup>[12]</sup>.

$$= \frac{2\pi hc^2 \lambda^{-5}}{e^{\lambda k_B T} - 1} \quad (1)$$

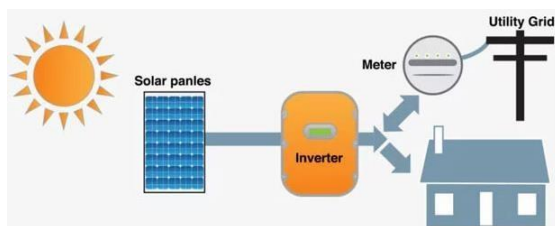
Keterangan :

- : kerapatan radiasi spektrum elektromagnetik (W/ <sup>2</sup> /satuan panjang gelombang dalam meter)
- : kecepatan cahaya (m/s)
- : panjang gelombang (m)
- $h$  :  $6,63 \times 10^{-34}$  watt second<sup>2</sup> (Planck's Constant)
- $k_B$  :  $1,38 \times 10^{-23}$  Joules/°K (Boltezmann's Constant)
- : temperatur, derajat kelvin (°K)

Persamaan (1) yang menunjukkan komposisi spektrum

kerapatan radiasi matahari dari rumus *planck's blackbody* dipengaruhi oleh temperatur dan temperatur mempengaruhi warna pada spektrum matahari.

Prinsip kerja PLTS berdasarkan gambar 1, adalah radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dan diubah menjadi arus listrik searah (*Direct Current/DC*). Agar dapat digunakan, listrik searah tersebut perlu diubah menjadi listrik bolak-balik (*Alternating Current/AC*) dengan bantuan alat yang disebut inverter. Listrik bolak-balik yang dihasilkan oleh inverter dapat digunakan untuk menghidupkan peralatan listrik atau bahkan dijual kembali ke jaringan listrik PLN jika berlebih. Ini dihitung sebagai pengurangan jumlah listrik yang di ekspor. Apabila panel surya tidak menghasilkan cukup listrik untuk memenuhi kebutuhan, maka akan mendapatkan listrik tambahan dari jaringan listrik PLN<sup>[13]</sup>.



Gambar 1 Sistem PLTS

(Sumber : <https://www.builder.id/perbedaan-plts-on-grid-dan-off-grid-serta-hybrid-system/>)

Keterangan :

1. Modul surya
2. Inverter
3. PLN
4. Rumah (beban)

## 2.1 Panel Surya

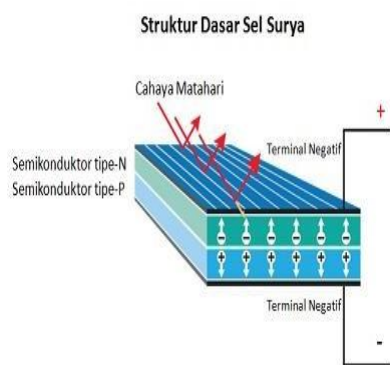
Panel surya adalah bagian utama dari sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berperan mengubah sinar matahari menjadi listrik. Di dalamnya terdapat sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon yang dihubungkan bersama dalam rangkaian seri dan paralel.

Gambar 2 memperlihatkan cahaya matahari yang menghasilkan sinar lalu jatuh ke sel surya. Sel surya ini berisi partikel kecil yang disebut foton. Foton-foton ini berinteraksi dengan atom-atom dalam silikon, bahan semikonduktor sel surya, dan menghasilkan energi yang cukup untuk memisahkan elektron-elektron dari atom-atom tersebut. Elektron-elektron yang terlepas ini, yang memiliki muatan negatif (-) mulai bergerak didalam bahan semikonduktor. Sementara itu, atom-atom yang kehilangan elektron ini membuat celah dalam struktur mereka, yang disebut sebagai "hole" atau lubang dan membawa muatan positif (+).

Di dalam semikonduktor, ada area yang menangkap elektron yang lepas dan memiliki muatan negatif. Area ini disebut sebagai semikonduktor tipe N. Sebaliknya, ada area yang memiliki lubang yang mengambil muatan positif dan berfungsi sebagai tempat menerima elektron. Area ini disebut sebagai semikonduktor tipe P.

Di antara batas antar terminal positif dan negatif (*PN Junction*), terjadi pembangkitan energi yang mendorong elektron dan lubang untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron bergerak

menjauhi daerah negatif, sementara lubang bergerak menjauhi daerah positif. Ketika disambungkan dengan beban seperti lampu atau perangkat listrik lainnya di titik pertemuan positif dan negatif (PN Junction), maka akan menyebabkan aliran listrik.



Gambar 2 Prinsip Kerja Modul Modul Surya  
(Sumber : <https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2017/02/Pengertian-Sel-Surya-Solar-Cell-dan-Prinsip-Kerjanya.jpg>)

## 2.2 Inverter

Inverter merupakan alat yang berfungsi mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dengan besaran frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran inverter dapat berupa tegangan tetap atau tegangan yang berubah-ubah dengan frekuensi tetap maupun variabel<sup>[14]</sup>.

## 2.3 Ekonomi Teknik

Perhitungan biaya yang terkait dengan pembangunan PLTS didasarkan pada asumsi bahwa PLTS tersebut akan beroperasi selama 25 tahun<sup>[15]</sup>.

### 2.3.1 Net Present Cost (NPC)

NPC adalah total biaya yang harus dikeluarkan selama masa proyek, termasuk biaya modal, biaya operasional, biaya

pemeliharaan, biaya penggantian, dan lainnya. NPC dihitung berdasarkan persamaan (2)<sup>[16]</sup>.

$$NPC = \text{Capital Cost} + \text{Replacement cost} + \text{O\&M Cost} - \text{Salvage} \quad (2)$$

Keterangan :

*Capital Cost* : biaya modal

*Replacement cost* : biaya pergantian

*O&M* : biaya operasi dan pemeliharaan

*Salvage* : Biaya komponen pada akhir umur efektifnya

### 2.3.2 Levelized Cost of Electricity (LCOE)

LCOE merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai biaya rata-rata dalam menghasilkan listrik selama sistem pembangkit beroperasi. Biasanya, LCOE diungkapkan sebagai biaya untuk setiap unit listrik yang di produksi dan dinyatakan dalam persamaan (3)<sup>[16]</sup>.

$$LCOE = \frac{\text{Total Annualized Cost}}{\text{Total Electricity Produced}} \quad (3)$$

Nilai *Annualized Cost* dihitung berdasarkan persamaan (4).

$$\text{Annualized Cost} = \text{Capital Cost} + \text{Replacement Cost} + \text{O\&M} - \text{Salvag} \quad (4)$$

Keterangan :

Total AC : total *Annualized Cost*

*Capital Cost* : biaya modal

*O&M* : biaya operasi dan pemeliharaan

*Replacement Cost* : biaya Pergantian

*Salvag* : biaya komponen pada akhir umur efektifnya

### 2.3.3 Break Even Point (BEP)

BEP adalah saat dimana semua biaya yang dikeluarkan sama dengan semua pendapatan yang diperoleh, sehingga tidak ada keuntungan atau kerugian. BEP digunakan untuk menentukan perkiraan

waktu ketika investor akan mulai menghasilkan keuntungan. Dalam menghitung nilai BEP, dapat menggunakan persamaan (5)<sup>[17]</sup>.

$$BEP = \frac{E_{Total\ served} \times \text{harga jual listrik ke PLN}}{\quad} \quad (5)$$

Keterangan :

Total capital : total biaya komponen (Rp)

: total energi listrik yang dikonsumsi beban per tahun (kWh/tahun)

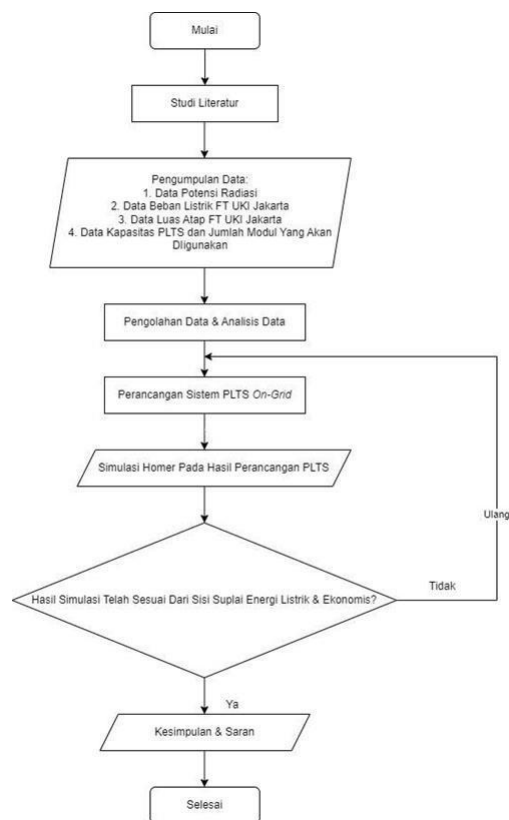
### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan kerangka pemecahan masalah yang menggambarkan tahap-tahap penyelesaian masalah secara singkat beserta penjelasannya. Secara umum metodologi penelitian disusun untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif. Dalam metode penelitian kuantitatif, data yang diambil, pada dasarnya dalam bentuk angka, mulai dari proses pengumpulan, analisis hingga presentasi data. Menurut Creswell, penelitian kuantitatif melibatkan tahapan-tahapan seperti menentukan topik penelitian, merumuskan masalah secara spesifik, membatasi cakupan masalah, mengumpulkan data dan menganalisis angka menggunakan metode statistik<sup>[18]</sup>.

Penelitian ini dilaksanakan mengikuti tahapan sebagaimana diperlihatkan pada gambar 3 dan dimulai dengan studi literatur mengenai sistem PLTS *On-Grid*. Studi literatur bertujuan untuk mencari referensi dari perpustakaan serta melakukan pencarian literatur melalui

internet untuk menemukan penelitian sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah pengumpulan data untuk melengkapi data penelitian yang akan diolah dan selanjutnya dilakukan proses analisis. Tujuan dari analisis data adalah melakukan pengolahan data yang telah diperoleh. Lalu, melakukan perancangan sesuai data yang telah di dapat dengan tujuan untuk melakukan desain sistem. Selanjutnya menggunakan *software* HOMER untuk melakukan simulasi unjuk kerja PLTS sesuai hasil perancangan dan menganalisis data hasil produksi dari simulasi apakah sudah sesuai baik dari sisi suplai energi listrik maupun sisi ekonomis. Terakhir setelah analisis, diperoleh kesimpulan serta saran tentang perkiraan hasil produksi energi untuk PLTS Gedung FT UKI.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

Tabel 2 Data Beban Total FT UKI

## 4. HASIL DAN ANALISIS

### PERHITUNGAN

#### 4.1 Pengolahan Data

##### 4.1.1 Data Potensi Radiasi

Tabel 1 memperlihatkan iradiasi matahari selama 12 bulan dalam setahun di wilayah FT UKI. Data ini mencakup periode sejak bulan Januari sampai Desember.

Tabel 1 Intensitas Radiasi Matahari

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m <sup>2</sup> /day)
Jan	0,398	4,250
Feb	0,394	4,240
Mar	0,449	4,720
Apr	0,483	4,760
May	0,516	4,670
Jun	0,534	4,580
Jul	0,550	4,820
Aug	0,551	5,210
Sept	0,539	5,500
Oct	0,490	5,200
Nov	0,439	4,670
Dec	0,420	4,450

(Sumber : <https://www.nasa.gov/> diakses melalui software Homer)

##### 4.1.2 Data Beban Listrik

Untuk menentukan kapasitas PLTS yang akan dibangun, langkah pertama adalah melakukan survei terhadap seluruh beban yang digunakan pada gedung FT UKI. Beban ini mencakup *Air Conditioning* (AC), lampu, komputer, proyektor, dan lain sebagainya. Tabel 2 menunjukkan data beban yang dibutuhkan oleh gedung FT UKI sebesar 150.769 watt.

Nama Peralatan	Jumlah	Daya Listrik (Watt)	Jam Operasional (Jam)	Total Daya (Watt)
<b>Lantai 1</b>				
Lampu TL	247	16	11	3952
	12	7	12	84
AC 1 PK	3	840	10	2520
AC 1/2 PK	2	400	10	800
AC 2 PK	20	1800	10	36000
Proyektor	7	50	4	350
Kipas Angin	1	35	11	35
Komputer	4	450	9	1800
TV	1	24	4	24
Showcase	2	260	24	520
Lampu LED Strip	6	6	9	36
Lampu Downlight	45	18	9	810
Lampu Halogen	5	20	9	100
<b>Total Daya Lt. 1</b>				<b>47031</b>
<b>Lantai 2</b>				
Lampu TL	129	16	11	2064
AC 1 PK	4	840	10	3360
AC 1/2 PK	4	400	10	1600
AC 2 PK	23	1800	10	41400
Proyektor	6	50	4	300
Lampu Downlight	47	18	10	846
Komputer	37	450	4	16650
Kipas Angin	4	35	11	140
<b>Total Daya Lt. 2</b>				<b>66360</b>
<b>Lantai 3</b>				
Lampu TL	85	16	11	1360
AC 1 PK	2	84	10	1680
AC 2 PK	16	1800	10	28800
Proyektor	6	50	4	300
Lampu Downlight	16	18	10	288
Komputer	10	450	4	4500
	1	450	10	450
<b>Total Daya Lt. 3</b>				<b>37378</b>
<b>Total Daya Keseluruhan</b>				<b>150769</b>

Dari tabel 2, terlihat bahwa beban akan yang akan disuplai oleh PLTS, adalah sebesar 150.769 watt. Modul PV (*Photovoltaic*) yang akan digunakan memiliki kapasitas 370 Wp, sehingga modul dapat dihitung melalui persamaan (6).

$$\text{Jumlah PV} = \frac{(\quad)}{\quad} \quad (6)$$

Sesuai dengan persamaan (6), maka jumlah PV yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Jumlah PV} = \frac{150.769}{370} = 407,48$$

Jumlah yang dibutuhkan = 408 modul

Setelah mengetahui kapasitas daya



yang akan dipasang pada PLTS tersebut, langkah berikutnya adalah menentukan inverter yang akan digunakan. Kapasitas inverter dalam perancangan ini adalah sebesar 10 kW sehingga jumlah inverter yang diperlukan dihitung berdasarkan persamaan (7).

$$\text{Jumlah Inverter} = \frac{(\quad)}{\quad} \quad (7)$$

$$\text{Jumlah Inverter} = \frac{150.769}{10} = 15,07$$

Jumlah inverter yang dibutuhkan = 16 unit

### 4.1.3 Biaya Komponen

Tabel 3 memperlihatkan biaya komponen dan spesifikasi yang digunakan dalam perancangan PLTS.

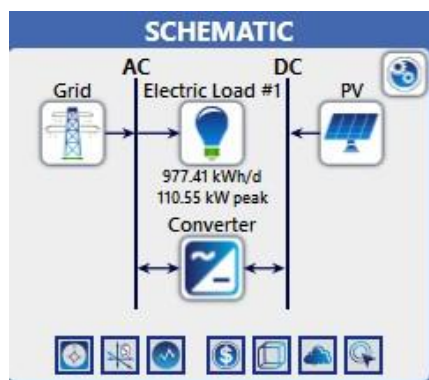
Komponen	Spesifikasi	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Solar Panel	LONGi Solar LR6-72PE 370 Wp	407	Rp. 1.784.278,89	Rp. 726.201.915,23
Inverter	Solar x3-hybrid 10 kW	16	Rp. 32.443.983,42	Rp. 519.103.734,72
Total				Rp. 1.245.305.649,95

Tabel 3 Biaya Komponen

## 4.2 Hasil Penelitian

### 4.2.1 Skema Sistem On-Grid

Gambar 4 merupakan skema perancangan dalam perancangan PLTS dengan menggunakan *software* HOMER.



Gambar 4 Desain Skematik Sistem PLTS

Gambar 5 terdiri dari:

#### a) Panel Surya

Jumlah panel surya yang dibutuhkan adalah 408 modul dengan kapasitas daya 370 Wp setiap modul, sehingga total daya panel surya adalah 150.960 Wp. Jumlah inverter yang diperlukan adalah 16 unit dengan kapasitas 10 kW setiap unit, sehingga total daya inverter adalah 160.000 kW.

#### b) Grid

Tenaga listrik yang dibutuhkan oleh FT UKI dipasok oleh PLN (*Grid Power Price*) dan biaya listrik ditentukan berdasarkan golongan S-2 dengan harga jual listrik yaitu Rp.900,00/kWh<sup>[19]</sup>.

### 4.2.2 Hasil Simulasi HOMER Pada Perancangan PLTS

#### a. Aspek Teknik

Gambar 5 memperlihatkan dua opsi penawaran dari HOMER, yakni pembebanan dengan konfigurasi PLTS dengan *Grid*, dan konfigurasi dengan pembebanan 100% ke *Grid*. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk membandingkan sistem mana yang paling optimal. Dalam penelitian ini, kajian yang dilakukan difokuskan kepada PLTS dengan *Grid*.

Gambar 5 Hasil Analisis Konfigurasi

Gambar 6 memperlihatkan produksi energi listrik oleh PLTS sekitar 190.152 kWh/tahun (48,2%), sementara energi



listrik *Grid* sekitar 204.407 kWh/tahun (51,8%). Total energi listrik yang dihasilkan, adalah 394,559 kWh/tahun.

Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	190,152	48,2
Grid Purchases	204,407	51,8
Total	394,559	100

Gambar 6 Hasil Simulasi *Grid* – PLTS

Tabel 4 menunjukkan produksi energi berdasarkan simulasi HOMER sebelum dan sesudah pembangunan PLTS *on-grid*.

Sistem Pembangkit	Beban yang dilayani (kWh/thn)	Total energi listrik yang dihasilkan (kWh/thn)	Kelebihan energi listrik (kWh/thn)	Grid Sales	
				(kWh/thn)	(%)
Grid 100%	356,755	356,755	0	0	0
PLTS-Grid	356,755	381,939	3,276	25,185	6,59

Tabel 4 Produksi Energi

Tabel 4 memperlihatkan produksi energi listrik PLTS-*Grid* lebih tinggi daripada penggunaan *Grid* PLN 100%, yaitu sebesar 381, 939 kWh/yr. Penjualan listrik ke jaringan PLN (*Grid Sales*) sistem PLTS-*Grid* mampu menjual lebih banyak energi listrik dibandingkan sistem *Grid* PLN 100%, dengan total penjualan 25,185 kWh/yr.

#### b. Aspek Ekonomi

Berdasarkan hasil simulasi HOMER pada tabel 5 menunjukkan bahwa, nilai NPC dan LCOE pada sistem pembangkit PLTS – *Grid* lebih rendah dibandingkan sistem pembangkit *Grid* PLN 100%. Nilai NPC-nya adalah Rp. 3.318.669.000 dan LCOE-nya adalah 672,13/kWh.

Tabel 5 Nilai NPC dan LCOE

Aspek Ekonomi	<i>Grid</i> PLN 100% (Rp)	PLTS – <i>Grid</i> (Rp)
NPC	4.150.756.000	3.318.669.000
LCOE	900,00/kWh	672,13/kWh

#### 4.2.3 Break Event Point (BEP)

BEP merupakan keadaan dimana nilai investasi dan pendapatan berada di titik nol, atau dapat dikatakan sebagai titik impas. BEP ditentukan berdasarkan persamaan (5).

$$BEP = \frac{E_{Total\ served} \times \text{harga jual listrik ke PLN}}{190,152 \times Rp.900,00} = \frac{1.245.305.649,95}{171.136,8} = 7,27 \text{ tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh hasil BEP yang menunjukkan lamanya pengembalian modal atau titik impas pada selama 7,27 tahun setelah pembangunan PLTS. Dengan demikian, untuk tahun berikutnya pendapatan yang diperoleh merupakan keuntungan bersih dari biaya yang dikeluarkan sebelumnya.

#### 4.3 Analisis Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub>

Gambar 8 memperlihatkan pengurangan emisi CO<sub>2</sub> berdasarkan *software* HOMER selama 25 tahun sebesar 129,18 kg CO<sub>2</sub> dari 1 gedung.

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	129,185	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	560	kg/yr
Nitrogen Oxides	274	kg/yr

Gambar 8 Hasil Simulasi Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub>

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses pengolahan data dan simulasi menggunakan *software* HOMER dan melakukan analisis terhadap hasilnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Panel yang digunakan dalam perancangan ini adalah jenis panel LONGi Solar LR6- 72PE dengan total kapasitas keseluruhan adalah 150.890 Wp sebanyak 407 panel dan menggunakan inverter jenis Solar x3-hybrid dengan kapasitas keseluruhan sebesar 160.000 kW sebanyak 16 unit.
2. Dari sisi ekonomi, penghematan biaya berdasarkan nilai NPC pada perancangan ini adalah sebesar Rp. 830.000.000, menghemat biaya LCOE sebesar Rp. 227,87/kWh, serta menghemat biaya O&M sebesar Rp. 142.000.0000.
3. Berdasarkan hasil perhitungan BEP, maka nilai titik impas atau lamanya pengembalian modal biaya dalam perencanaan ini adalah 7,27 tahun.

### 5.1 Saran

Diperlukan perancangan pembangunan PLTS di semua bangunan pada kampus UKI untuk selanjutnya direalisasikan sebagai pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM. (2020). *Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong*. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.  
[Kementerian ESDM RI - Media Center - Arsip Berita - Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong](https://www.esdm.go.id/berita/cadangan-batubara-masih-3884-miliar-ton-teknologi-bersih-pengelolaannya-terus-didorong)
- [2] Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan potensi Dan Kebijakan energi surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1). Diakses dari
- [3] Afriyanti, Y., Sasana, H., Jalunggono, G., Ekonomi, F., & Tidar, U. (2020). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONSUMSI ENERGI TERBARUKAN DI INDONESIA. *DINAMIC: Directory Journal of Economic* Volume 2 Nomor 3, 2(3).  
<https://jom.untidar.ac.id/index.php/dinamic/article/view/1428>
- [4] Agustian, K. Y., Stepanus, Marpaung, C. O., & Purba, R. (2018). PERENCANAAN SUPLAJ ENERGI LISTRIK UNTUK MENCAPAI ZERO ENERGY BUILDING PADA RENCANA PUSAT KEGIATAN KEMAHASISWAAN DAN OLAHRAGA DI KAMPUS UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA.
- [5] Pangaribuan, B. M., Ayu, I., Giriantari, D., & Sukerayasa, I. W. (2020). Desain PLTS Atap Kampus Universitas Udayana: Gedung Rektorat. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 7(2). Diakses dari  
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/download/61440/35405>

- [6]Wicaksana, M. R., Kumara, I. N. S., Giriantari, I. A. D., & Irawati, R. (2019). Unjuk kerja pembangkit listrik tenaga surya rooftop 158 kWp pada kantor Giriantari, I. A. D., & Irawati, R. (2019). Unjuk kerja pembangkit listrik tenaga surya rooftop 158 kWp pada kantor gubernur bali. *Jurnal Spektrum*, 6(3). Diakses dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/download/52823/31281>
- [7] ESDM (2023). POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN INDONESIA.
- [8]ESDM (2012). Matahari Untuk PLTS di Indonesia.
- [9]Damayanti, E., & Iyas, M. (2019). Rancang Bangun Prototype Sistem Panel ATS Hibrid Antara Turbin Angin dan Solar Sell dengan Grid PLN Untuk Energi Listrik Rumah dengan Daya 456W. *Jurnal TEDC*, 12(1), 23-30.).
- [10] Harefa, B., Widodo, B., & Purba, R. (2020) PERHITUNGAN ENERGI SOLAR PHOTOVOLTAIC DI WILAYAH KABUPATEN MENTAWAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE PROBABILISTIK. *Lektrokom*, 2.
- [11]Brilliant, Purba, R., & Soebagio, A (2019). Surya Terhubung Dengan Jaringan Listrik Pln Pada Kantor Di Bintaro – Jakarta Selatan. *Lektrokom*, 2.
- [12]Messenger, R, A., & Ventre, J. (2005) Photovoltaic Systems Engineering (2<sup>nd</sup> Ed). Boca Raton London New York Washington, D.C : CRC PRESS. Doi: 10.1201/B12389.
- [13]Adriansyah, A., Setiawan, I, N., & Sukerayasa I,W. (2021) Perancangan PLTS Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perancangan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo. *Jurnal Spektrum* (Vol. 8, No. 4, Pp. 200-209).
- [14] ZACHARIACE NUGRAHA, A. L. B. E. R. T., Warsito, A., & Syakur, A. (2011). *PERANCANGAN MODUL INVERTER FREKUENSI TINGGI SEBAGAI PEMANAS INDUKSI UNTUK APLIKASI PENGERING PAKAIAN* (Doctoral dissertation, University Diponegoro).
- [15]Kementrian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (2021). Panduan Evaluasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Fotovoltaik PP. 106.
- [16]Fathurrachman, M. G., Busaeri, N., & Hiron, N. (2022). Analisis Integrasi Pembangkit Listrik Hybrid Di Wilayah Daerah Pantai Tasikmalaya Selatan Menggunakan Aplikasi Homer. *Journal of Energy and Electrical Engineering* (Vol. 62, No. 02).
- [17] Windarta, J., Sinuraya, E, W., Abidin, A. Z., Setyawan, A. E., & Angghika. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Homer Di SMA Negeri 6 Surakarta Sebagai Sekolah Hemat Energi Dan Ramah Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 20219* (Vol. 2, No. 1, pp. 21 – 36, 2019).
- [18]M., P., Dr.UHAR SUHARSAPUTRA (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*. Bandung.