

# Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap dengan Sistem Hybrid di PT.Hammer Konstruksi Indonesia

Hijria Cantika Tahir<sup>1</sup>, Hamles Leonardo Latupeirissa<sup>2</sup>, Lory Marcus Parera<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>*Teknologi Rekayasa Kelistrikan Minyak dan Gas, Politeknik Negeri Ambon*

<sup>1</sup>hijriacantikatahir01@gmail.com, <sup>2</sup>hamleslatupeirissa@gmail.com, <sup>3</sup>lorymarc8@gmail.com

**Abstrack** - Indonesia is located in the equatorial region and has the potential to generate electricity from solar energy because it receives sunlight almost all year round. This research discusses the planning of rooftop solar power plants with hybrid systems at PT Hammer Konstruksi Indonesia. In installing rooftop solar power plants, it is necessary to plan the PLTS system first. For this reason, it is necessary to know what factors affect the efficiency and performance of the PLTS system, and how to determine the optimal capacity of the PLTS system. PT Hammer Konstruksi Indonesia has a roof area of 61.5 m<sup>2</sup>. Since it is unobstructed by shadows, it allows more sunlight. Based on the sunlight intensity obtained from PVSyst photovoltaic software, it is 1990.9 kWh/m<sup>2</sup>. And the highest GHI was in October at 201.4 kWh/m<sup>2</sup> and the lowest was in February at 126.3 kWh/m<sup>2</sup>. The electrical energy load at PT Hammer Konstruksi Indonesia in June 2024 was found to be 52,473 kWj, with an electricity demand for solar PV of 12.5 kWp. The power capacity obtained by PVSyst is 12 kWp with an area of 54m<sup>2</sup> of the 61m<sup>2</sup> roof area owned. and the number of solar panels produced is 24 units, 4 strings and 4 inverters.

**Keywords:** Rooftop Solar PV, Hybrid system, Solar Energy, Pvsyst.

**Abstrak** - Indonesia berada di wilayah khatulistiwa dan memiliki potensi untuk menghasilkan listrik dari energi surya karena menerima sinar matahari hampir sepanjang tahun. Penelitian ini membahas tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga surya atap dengan sistem hybrid di PT. Hammer Konstruksi Indonesia. Dalam memasang PLTS Atap perlu dilakukan perencanaan sistem PLTS terlebih dahulu. Untuk itu perlu mengetahui apa saja faktor yang mempengaruhi efisiensi dan kinerja sistem PLTS, serta bagaimana menentukan kapasitas optimal sistem PLTS. PT.Hammer Konstruksi Indonesia memiliki luas atap 61,5 m<sup>2</sup>. Karena tidak terhalang bayangan, ini memungkinkan lebih banyak cahaya matahari. Berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diperoleh dari software photovoltaic PVSyst, sebesar 1990,9 kWh/m<sup>2</sup>. Dan GHI tertinggi ada pada bulan oktober sebesar 201,4 kWh/m<sup>2</sup> dan terendah ada pada bulan Februari sebesar 126,3 kWh/m<sup>2</sup>. Beban energi listrik di PT.Hammer Konstruksi Indonesia pada bulan Juni 2024 didapatkan sebesar 52,473 kWj, dengan kebutuhan listrik untuk PLTS sebesar 12,5 kWp. Kapasitas Daya yang didapatkan berdasarkan PVSyst sebesar 12 kWp dengan luas Area 54m<sup>2</sup> dari 61m<sup>2</sup> luas atap yang dimiliki. dan Jumlah Panel Surya yang dihasilkan yaitu sebanyak 24 unit, 4 string dan 4 Inverter.

**Kata kunci:** PLTS Atap, sistem Hybrid, Energi Surya, Pvsyst.

## I. PENDAHULUAN

Sebagai negara yang terletak di wilayah khatulistiwa, Indonesia mendapat sinar matahari yang cukup hampir sepanjang tahun sehingga memiliki potensi energi surya yang dapat digunakan dan dimanfaatkan untuk pembangkit listrik atau keperluan lainnya. Mengingat potensi energi surya yang sangat tinggi di Indonesia dan dukungan regulasi dari pemerintah, maka telah dikembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang memanfaatkan energi terbarukan dimana matahari merupakan sumber energi utama[1]. Energi surya merupakan salah satu energi baru terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkitan listrik dengan menggunakan teknologi panel surya[2]. PLTS menggunakan sistem hybrid diharapkan dapat menekan biaya pembelian listrik setara PLN. PLTS Atap dapat diterapkan di kawasan perkotaan, kompleks perumahan (kondominium), kawasan industri, tempat rekreasi, dan sebagainya karena sistem kelistrikan lebih sederhana dan biaya penyambungan ke sistem kelistrikan yang sudah terpasang lebih murah[3].

Salah satu industri yaitu PT. Hammer Konstruksi Indonesia yang terletak di kota Makassar-

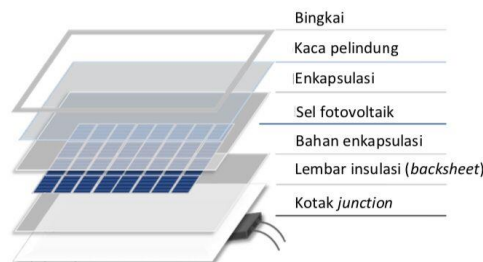
Sulawesi Selatan, PT. Hammer Konstruksi Indonesia adalah industri yang bergerak dalam media informasi bisnis, promosi, komunitas untuk industri konstruksi, arsitektur, dan industri pendukungnya. Pasar dari industri ini banyak diminati, sehingga didalam proses marketing, dan perencanaan maupun perancangan desain yang berhubungan dengan arsitektur dan konstruksi terdapat alat-alat yang ketergantungan dengan energi listrik yang saat ini bergantung pada PLN.

Jika dilihat dari kondisi tersebut maka akan dilakukan efisiensi konsumsi energi listrik dan dilakukan perhitungan kapasitas optimal sistem PLTS Atap Hybrid untuk kebutuhan Energi PT. Hammer Konstruksi Indonesia dengan cara pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) sebagai sumber energi alternatif. Energi baru terbarukan yang dilakukan berupa Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya atap, untuk memaksimalkan penggunaan atap sebagai lahan dalam penerapan panel surya. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini membahas tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga surya atap dengan sistem hybrid di PT. Hammer Konstruksi Indonesia serta pemanfaatan atap gedung sebagai pembangkit listrik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

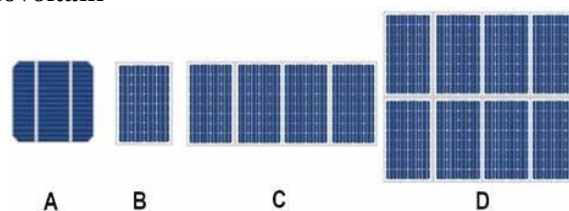
### 2.1 Panel Surya

Panel surya merupakan kumpulan sel photovoltaik yang saling terhubung atau terhubung atau saling terkoneksi secara seri dalam sebuah tempat disebut modul panel surya. Sel-sel tersebut dilapisi agar terhindar dari kontak langsung dengan lingkungan maupun benda-benda mekanik lainnya yang dapat merusak sel fotofoltaik. Karena sel photovoltaik tipis dan rentan terhadap retak, maka dari itu mereka memiliki lapisan yang kuat untuk mencegah kerusakan. kinerja dari sel fotofoltaik ini tergantung dari radiasi sinar matahari yang diubah menjadi listrik. Apabila sinaran radiasi matahari diubah menjadi listrik, sel fotovolataik ini dapat bekerja. Akibatnya, banyak lapisan dipasang pada modul panel surya [4]



Gambar 1 Struktur Modul Photovoltaik

### 2.2 Bagian-Bagian Fotovoltaik



Gambar 2 Bagian-bagian Fotovoltaik.

**A. Sel (CELL)**

Blok dasar yang umumnya memiliki tegangan keluaran sebesar 0,5VDC [5].

**B. Modul Fotovoltaik**

Sekelompok Sel Fotovoltaik yang dihubungkan secara Seri [5].

**C. String Modul Fotovoltaik**

Beberapa Modul Fotovoltaik yang dihubungkan secara seri. Jumlah modul fotovoltaik tergantung pada solar Charge Controller dan Inverter Jaringan [5].

**D. Larik Modul Fotovoltaik**

Seluruh kelompok modul Fotovoltaik di dalam suatu sistem. Rangkaian modul fotovoltaik dapat berupa beberapa string modul fotovoltaik yang terhubung secara paralel [5].

### 2.3 Jenis-Jenis Sel Surya

Jenis-jenis sel surya ini digolongkan dengan berdasarkan teknologi pembuatannya. Secara garis besar sel surya ini dibagi dalam tiga jenis yaitu, Monocrystalline, Polycrystalline, dan Thin Film Solar Cell (TFSC)

## 2.4 Sistem Hybrid

Sistem ini adalah sistem gabungan antara On-Grid dan Off-Grid. Dimana terdapat juga Baterai untuk cadangan jika panel tidak ada energi yang disalurkan dan tersambung juga dengan listrik negara jika sewaktu- waktu baterai dan panel photovoltaik sudah tidak ada energi di sistem ini juga jika panel mempunyai kelebihan energi bisa dijual ke lembaga listrik negara[4].

## 2.5 Komponen PLTS Atap

Desain sistem PLTS atap yang dibahas adalah PLTS hybrid. Sistem ini adalah sistem gabungan antara On-Grid dan Off-Grid Secara sederhana, sistem PLTS tersebut terdiri atas komponen utama dengan konfigurasi sebagai berikut:

### 2.5.1 Panel Surya

Rangkaian modul surya fotofoltaik yang mengubah radiasi sinar matahari menjadi tenaga listrik. Tenaga listrik yang dihasilkan dalam bentuk tegangan DC[6].

### 2.5.2 Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai pengubah tegangan DC (Direct Current) ke tegangan AC (Alternating Current) dengan menggunakan frekuensi tertentu[6].

### 2.5.3 Jaringan Distribusi PLN

Jaringan listrik PLN yang berfungsi untuk mengalirkan listrik dari jaringan transmisi ke pelanggan bagi pelanggan PLTS Atap, Jaringan distribusi PLN juga merupakan media untuk melakukan ekspor listrik PLTS yang tidak digunakan[6].

### 2.5.4 Beban/Peralatan Listrik

Merupakan pengguna akhir listrik baik yang dihasilkan oleh PLTS maupun yang diimpor dari jaringan PLN. Misalnya peralatan listrik rumah atau kantor[6].

## 2.5.5 Komponen Pendukung PLTS Atap

### 2.5.5.1 Panel Bagi / Panel Distribusi AC

Unit alat yang berfungsi untuk membagi beban output inverter sesuai dengan kapasitas masing beban[6].

### 2.5.5.2 DC Breaker

Unit alat yang berfungsi sebagai breaker dari panel surya ke inverter, untuk menghindari terjadinya hubung singkat[6].

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertempat pada PT.Hammer Konstruksi Indonesia, Tepatnya Jl. Tanjung Alang No.126, Sambung Jawa, Kec. Mamajang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan yang dilakukan selama 1 Bulan. Jenis Data yang diperlukan dalam Perencanaan ini i) Jenis Peralatan Listrik Yang ada pada PT.Hammer Konstruksi Indonesia. ii) Data beban harian/ Pengeluaran Listrik pada bulan Juni 2024. iii) Intensitas Radiasi Matahari. iv) Luas Atap. Pengujian dilakukan menggunakan *PVSyst Photovoltaic Software*.

*PVSyst* merupakan paket software yang digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran (*sizing*), dan analisis data dari sistem PLTS secara lengkap. *PVSyst* dikembangkan oleh Universitas Genewa yang terbagi ke dalam sistem terinterkoneksi jaringan (*grid-connected*), sistem berdiri sendiri (*stand-alone*), sistem pompa (*pumping*), dan jaringan arus searah untuk transportasi publik (*DC-grid*). *PVSyst* juga dilengkapi database dari sumber data meteorologi yang luas dan beragam, serta data komponen-komponen PLTS. *Software* ini untuk memberikan analisis pra-kelayakan berbiaya rendah proyek energi terbarukan.

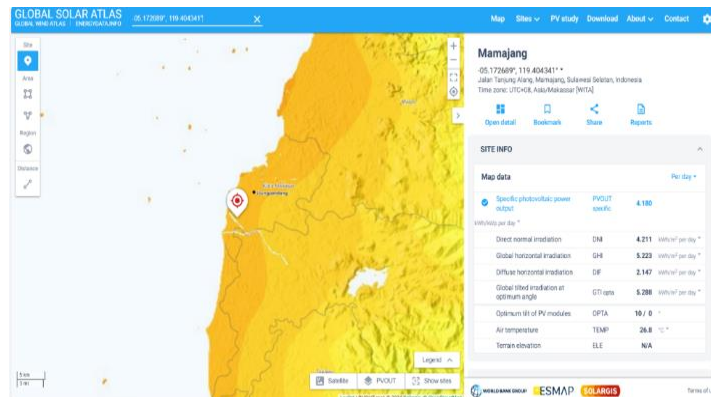
Analisis data penelitian dimulai dengan, i) Menghitung beban harian konsumsi listrik di PT.Hammer Konstruksi Indonesia. ii) Menghitung Kapasitas yang dibutuhkan PLTS. iii) Analisis Hasil Running Simulasi. iv) Mendesain Single Line Diagram PLTS Atap. v) Kesimpulan

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Objek Penelitian

Objek yang dilakukan pada penelitian kali ini berada di Atap PT. Hammer Konstruksi Indonesia yang bertempat di Jl. Tanjung Alang No. 126, Sambung Jawa, Kec. Mamajang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Gambar menunjukkan lokasi dan letak PT. Hammer Konstruksi Indonesia yang dapat dilihat dari aplikasi Global Solar Atlas pada Gambar 4.1.



Gambar 3 Interface Lokasi

Data Hasil Radiasi matahari diukur berdasarkan letak Geografis PT.Hammer Konstruksi Indonesia dengan menggunakan Global Solar Atlas didapatkan Hasil berikut :

Garis Lintang (Latitude)	: <b>-05.172689°</b>
Garis Bujur (Longitude)	: <b>119.404341°</b>
PV <sub>OUT</sub> (Photovoltaik Output) Spesific	: <b>4.180/Day</b>
Global Horizontal Irradiation (GHI)	: <b>5.223 kWh/Day</b>
Dirrect Normal Irradiation (DNI)	: <b>4.211 kWh/Day</b>
Diffuse Horizontal Irradiation (DIF)	: <b>2.147 kWh/Day</b>
Global Tilted Irradiation at Optimum Angle (GTI opte)	: <b>5.288 kWh/Day</b>
Optimum Titr and Azimuth	: <b>10/0 °</b>
Air Temperature	: <b>26,8°C</b>

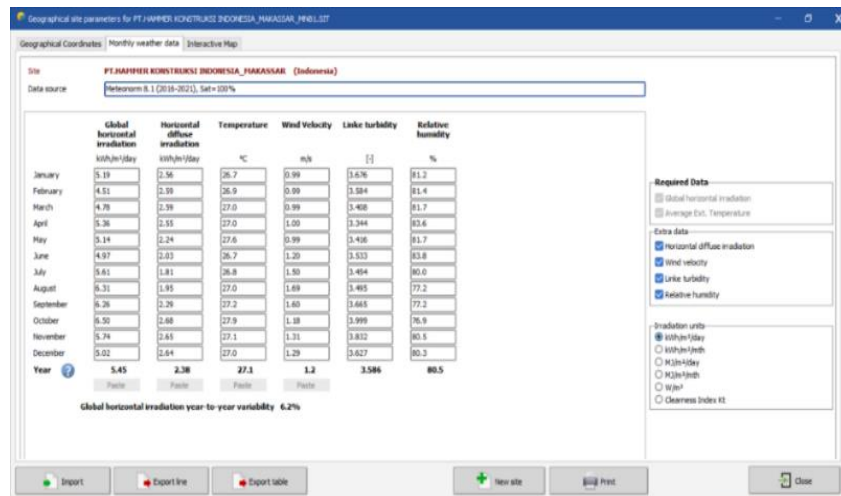
Beberapa istilah yang ada pada solar GIS diantaranya :

- DNI (Direct Normal Irradition) adalah adalah jumlah total radiasi cahaya matahari yang diterima dari matahari langsung ke bumi.
- GHI (Global Horizontal Iradiation) adalah ukuran jumlah total radiasi matahari yang diterima pada permukaan horizontal di lokasi/kawasan tertentu.
- DHI (Diffuse Horizontal Irradiation) adalah radiasi terestrial yang diterima oleh permukaan horizontal yang telah tersebar atau disebarkan oleh atmosfer.
- GTI (Global Tittled Irradiation at Optimum Angle) yaitu diperlukan untuk memperkirakan energi keluaran modul PV

Untuk memudahkan pencarian serta mengetahui letak Astronominya, dapat dilihat pada gambar 4.1 adalah interface atau pusat lokasi yang ditentukan kemudian muncul berapa derajat dari garis lintang dan bujur. Letak Gedung PT.Hammer Konstruksi Indonesia sendiri adalah gedung yang paling tinggi diantara bangunan sekitar lainnya, artinya kondisi tersebut memungkinkan untuk mendapatkan penyinaran matahari yang sesuai atau optimun karena tidak terhalang bayangan.

#### 4.1.2 Hasil Percobaan (Radiasi Sinar Matahari)

Data radiasi sinar matahari yang diambil pada aplikasi PVsyst Photovoltaic Software ditunjukkan pada seperti Gambar 4.



Gambar 4. Intensitas Iradiasi Matahari

Pada Gambar 4 menunjukkan perubahan suhu, kecepatan angin, tekanan atmosfer dan masih banyak lainnya. Salah satu yang terpenting dalam penelitian kali ini adalah intensitas radiasi matahari pada PT. Hammer Konstruksi Indonesia dengan rata-rata intensitas radiasi sinar matahari sebesar **5,45 kWh/m<sup>2</sup>/Day**. Dan dapat dilihat untuk GHI (Global Horizontal Irradiation) tertinggi ada pada bulan Oktober yaitu sebesar 6,50 kWh/m<sup>2</sup>/Day, dan GHI terendah ada pada bulan Februari sebesar 4,51 kWh/m<sup>2</sup>/Day. Data ini diambil pada bulan Juni 2024.

**Location**

Site name: PT. HAMMER KONSTRUKSI INDONESIA, MAKASSAR

Country: Indonesia Region: Asia

**Geographical Coordinates**

Latitude: -5.1735 (°S) Longitude: 119.4055 (°E) Altitude: 8 m above sea level Time zone: 8.0

**Weather data Import**

Meteonorm 8.1

NASA-GSE

PVGIS THY

NREL / NREL THY

Solcast THY

SolarAnywhere@ TGY

SolarGIS THY

Import

Gambar 5 Geographical Coordinate

Data Hasil *Geographical Coordinates* berdasarkan letak Geografis PT.Hammer Konstruksi Indonesia dengan menggunakan PVsyst Photovoltaic Software dapat dilihat pada gambar 5 Geographical Coordinates, didapatkan Hasil berikut :

Garis Lintang (Latitude) : **-5.1735°**  
Garis Bujur (Longitude) : **119.4055°**  
Ketinggian (Altitude) : **8**  
Time Zone : **8.0**

yang ditentukan kemudian muncul berapa derajat dari garis lintang dan bujur berdasarkan Cuaca Data Import Meteonorm 8.1 versi 5.2

#### 4.1.3 Baban Energi Listrik



Beban harian di PT.Hammer Konstruksi Indonesia adalah beban konsumsi kebutuhan energi listrik, estimasi Data beban dan jam operasional beban di Gedung PT.Hammer Konstruksi Indonesia dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Data beban dan jam operasional beban di PT.Hammer Konstruksi Indonesia

No.	Nama Peralatan	Jumlah	Daya (Watt)	Operasi Per Hari (Jam)	Kebutuhan Energi Harian Total (Wh)
1	Lampu Lt.1	8	15	15	1800
	Lampu Lt.2	9	15	16	2160
	Lampu Lt.3	8	15	6	720
2	CCTV Lt.1	4	15	24	1440
	CCTV Lt.2	1	15	24	360
	CCTV Lt.3	1	15	24	360
3	Monitor CCTV	1	30	12	360
4	Printer dan Scanner	3	30	8	720
5	Kulkas	1	60	12	720
	AC	2	800	9	14400
7	Kipas Angin Lt.1	1	45	6	270
	Kipas Angin Lt.3	1	45	9	405
8	TV	1	143	6	858
9	Dispenser	2	420	24	20160
10	Pompa Air	1	290	24	6960
11	WIFI	1	20	24	480
12	Speaker/Sound System	1	300	1	300
			TOTAL		52473

#### 4.1.4 Perhitungan Kapasitas Komponen PLTS

##### 4.1.4.1 Menghitung Beban Harian Konsumsi Energi

Berdasarkan data beban harian khusus pemakaian PT.Hammer Konstruksi Indonesia didapatkan sebesar 52.473 Wh = 52,473 kWh.

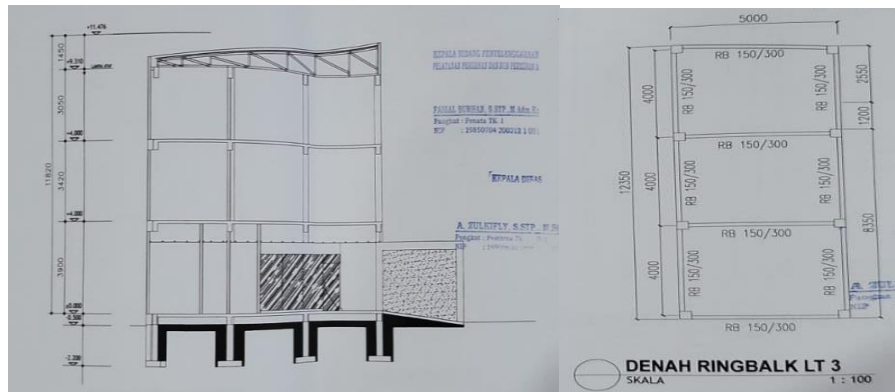
##### 4.1.4.2 Menghitung Jumlah dan Konfigurasi Panel Surya

Berdasarkan total konsumsi energi listrik harian pada PT. Hammer Konstruksi Indonesia yang akan dibangkitkan sebesar 52,473 kWh dan PV Out Harian di PT.Hammer Konstruksi Indonesia yaitu 4,180 kWh/kWp, PV Out Harian dapat dilihat pada gambar 4.1 interface lokasi dari sumber Global Solar Atlas. Maka kebutuhan daya yang akan dibangkitkan PLTS, diperhitungkan dengan persamaan sebagai Berikut :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas (kWp)} &= \frac{\text{jumlah Kebutuhan Energi}}{\text{PV Out Harian}} \\ &= \frac{52,473}{4,180} \\ &= 12,5 \text{ kWp}\end{aligned}$$

#### 4.1.5 Luas Atap

Semua atap digunakan sebagai tempat PLTS dikarenakan untuk memaksimalkan daya keluaran panel maka akan dipilih atap yang cenderung menghadap ke utara. Perhitungan atap diperlukan untuk memastikan kecukupan atap dalam menampung semua panel surya, yang nantinya akan dipasang di PT. Hammer Konstruksi Indonesia.



Gambar 6 Denah Atap PT. Hammer Konstruksi Indonesia

Dengan melihat gambar maka dapat ditentukan Luas Atap sebagai berikut:

Dimana :

P = Panjang Atap

L = Lebar Atap

Diketahui :

P : 12350 = 12,3m

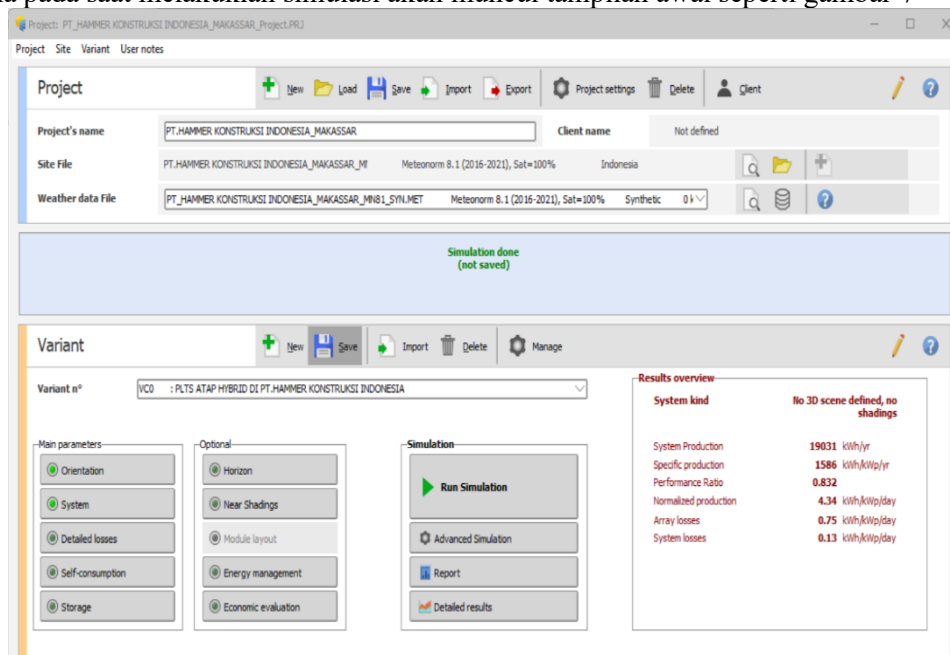
$$L : 5000 = 5m$$

## Menghitung Luas Atap Flat Datar

$$\text{Luas} = P \times L$$
$$= 12,3 \text{ m} \times 5 \text{ m}$$
$$= 61,5 \text{ m}^2$$

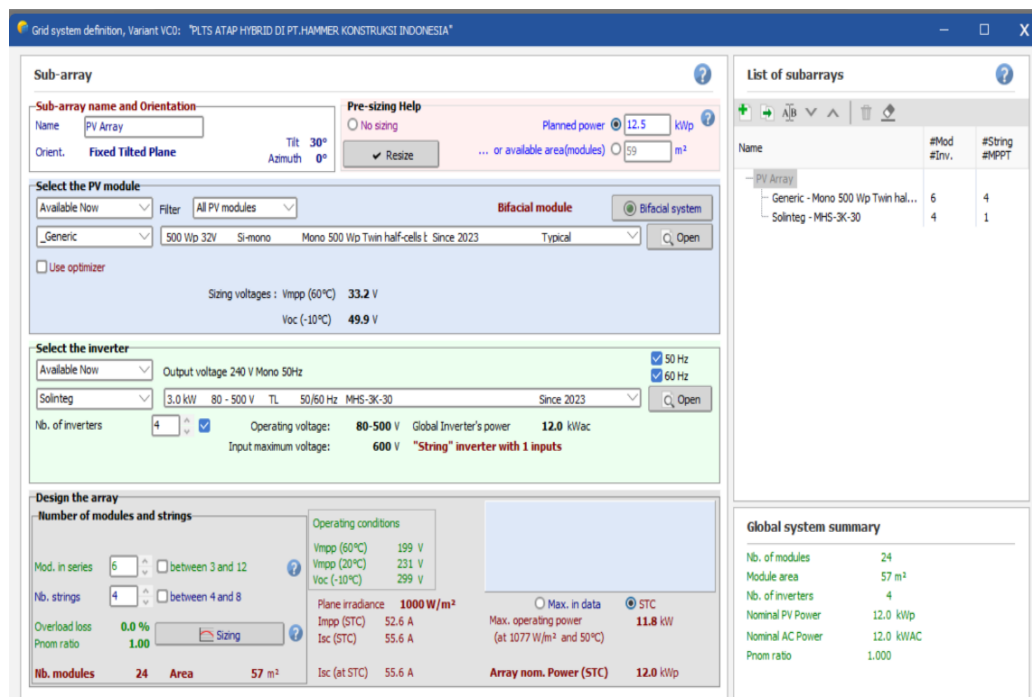
## 4.2 Hasil Pembahasan

Penelitian ini dimulai dengan menggunakan simulasi PVsyst Photovoltaic Software versi 7.4. Yang mana pada saat melakukan simulasi akan muncul tampilan awal seperti gambar 7



Gambar 7 Beranda Simulasi PLTS

#### 4.2.1 Hasil Data Sub Array



**Sub-array**

**Sub-array name and Orientation**  
Name: PV Array  
Orient.: Fixed Tilted Plane  
Tilt: 30°  
Azimuth: 0°

**Pre-sizing Help**  
Planned power: 12.5 kWp  
... or available area(modules): 59 m²

**Select the PV module**  
Available Now: Filter: All PV modules  
Generic: 500 Wp 32V Si-mono Mono 500 Wp Twin half-cells Since 2023 Typical  
Bifacial module: Bifacial system  
Use optimizer: ☐

Sizing voltages: Vmp (60°C): 33.2 V  
Voc (-10°C): 49.9 V

**Select the inverter**  
Available Now: Output voltage 240 V Mono 50Hz  
Solinteg: 3.0 kW 80 - 500 V TL 50/60 Hz MHS-3K-30 Since 2023  
Nb. of inverters: 4  
Operating voltage: 80-500 V Global Inverter's power: 12.0 kWac  
Input maximum voltage: 600 V "String" inverter with 1 inputs

**Design the array**  
Number of modules and strings  
Mod. in series: 6 between 3 and 12  
Nb. strings: 4 between 4 and 8  
Overload loss: 0.0 %  
Prom ratio: 1.00

**Operating conditions**  
Vmp (60°C): 199 V  
Vmp (20°C): 231 V  
Voc (-10°C): 299 V  
Plane irradiance: 1000 W/m²  
Imp (STC): 52.6 A  
Isc (STC): 55.6 A  
Isc (at STC): 55.6 A  
Max. operating power (at 1077 W/m² and 50°C): 11.8 kW  
Array nom. Power (STC): 12.0 kWp

**List of subarrays**

Name	#Mod	#String	#PPT
PV Array			
Generic - Mono 500 Wp Twin hal...	6	4	
Solinteg - MHS-3K-30	4	1	

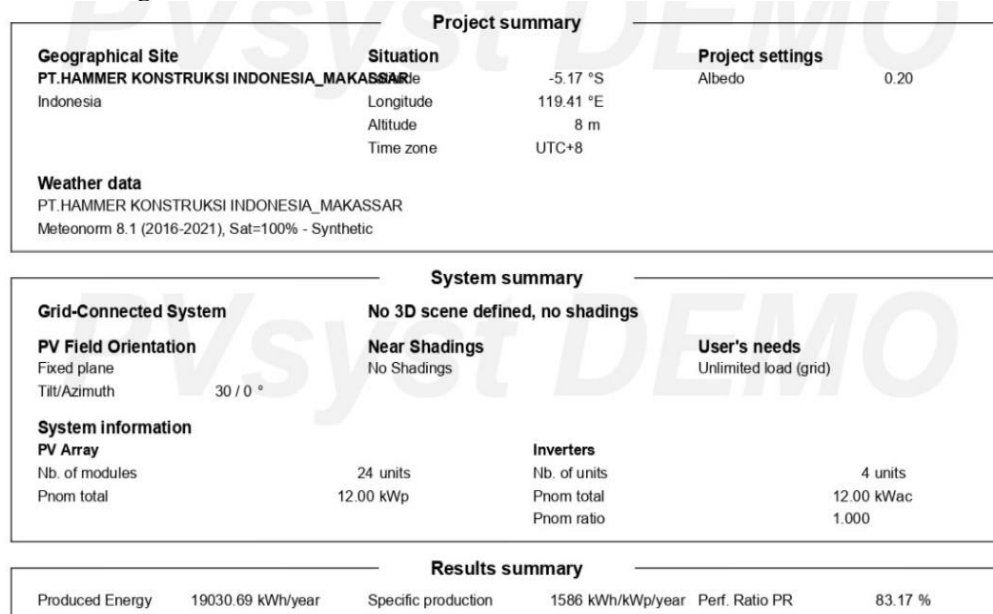
**Global system summary**

Nb. of modules	24
Module area	57 m²
Nb. of inverters	4
Nominal PV Power	12.0 kWp
Nominal AC Power	12.0 kWac
Prom ratio	1.000

Gambar 8 Data Sub Array System PLTS

Berdasarkan data kapasitas PLTS yang diinput ke *PVsyst Photovoltaik Software* dengan kapasitas **12,5 kWp**, hasil luas area modul yang didapatkan yaitu **57 m²** dari luas atap **6,5 m²** yang dimiliki PT.Hammer Konstruksi Indonesia. Dan jumlah panel surya yang di dapatkan yaitu sebanyak **24 PV Module** jenis Generic model Mono 500Wp 32V Twin half-cell bifacial, since 2023, dan **4 Inverter** Jenis Solinteg model MHS-3K-30, 3kW since 2023, serta terdapat **4 string** yang mana masing-masing string berjumlah **6 modul** dan **1 Inverter**.

#### 4.2.2 Hasil Running Simulation



**Project summary**

**Geographical Site**  
PT.HAMMER KONSTRUKSI INDONESIA\_MAKASSAR  
Indonesia

**Situation**  
Latitude: -5.17 °S  
Longitude: 119.41 °E  
Altitude: 8 m  
Time zone: UTC+8

**Project settings**  
Albedo: 0.20

**Weather data**  
PT.HAMMER KONSTRUKSI INDONESIA\_MAKASSAR  
Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic

**System summary**

**Grid-Connected System**  
No 3D scene defined, no shadings

**PV Field Orientation**  
Fixed plane  
Tilt/Azimuth: 30 / 0 °

**System information**  
PV Array  
Nb. of modules: 24 units  
Prom total: 12.00 kWp

**Inverters**  
Nb. of units: 4 units  
Prom total: 12.00 kWac  
Prom ratio: 1.000

**User's needs**  
Unlimited load (grid)

**Results summary**

Produced Energy	19030.69 kWh/year	Specific production	1586 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	83.17 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

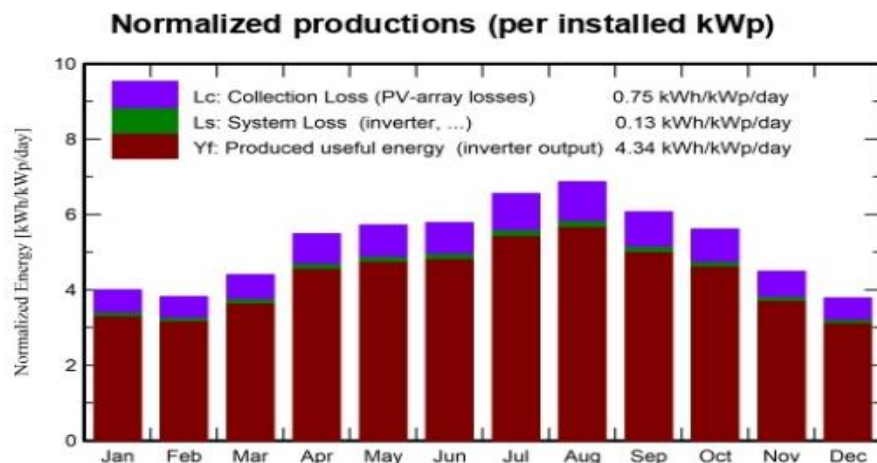
Gambar 9 Ringkasan Hasil Simulasi

Report Hasil simulasi ini berdasarkan perencanaan PLTS pada PT.Hammer Konstruksi Indonesia didapatkan hasil seperti gambar 9 :  
Pada Cuaca Data Import Meteonorm 8.1 versi 5.2 (2016-2017), mendapatkan:



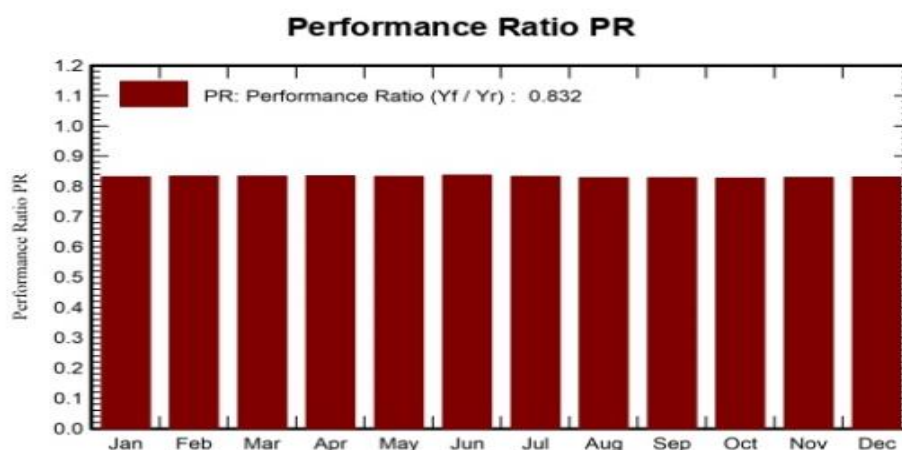
- Latitude :  $-5,17^{\circ}$  S
- Longitude :  $119.41^{\circ}$  T
- Altitude : 8 m
- Time Zone : UTC+8

PV Array yang didapatkan pada saat input kapasitas PLTS sebesar 12,5 kWp ke PVsyst software jumlah keluaran kapasitas yang didapatkan yaitu sebesar 12,00 kWp, PV Modul sebanyak 24 unit, dan 4 inverter dengan total sebesar 12,00 kWac yang mana satu buah inverter sebesar 3 kW disimulasikan pada gedung PT.Hammer Konstruksi Indonesia yang memiliki sudut azimuth  $0^{\circ}$  (utara) dengan kemiringan Panel Surya  $30^{\circ}$ . Karena disekitar tidak ada pohon ataupun hal yang menghalangi Panel Surya, maka tidak dilakukan simulasi shading. Hal ini ditandai dengan Keluaran Hasil Running pada Energi yang di Produksi yaitu sebesar 19030,69 kWh/year, spesifik produksi sebesar 1586 kWh/year, dan performa Rasio<sub>PR</sub> yaitu 83,17%.



Gambar 10 Produksi Listrik oleh PLTS dalam Kondisi Normal

Untuk energi listrik yang dihasilkan dalam kondisi normal dapat dilihat pada gambar 10. Energi Listrik yang dihasilkan PLTS pada PT.hammer Konstruksi Indonesia memiliki hasil Produksi energi yang beragam dan fluktuatif setiap tahunnya .Puncak Energi Listrik terjadi pada bulan Agustus, yaitu sekitar 5 kWh/kWp/Day. Rata-rata energi listrik yang dapat dipanen tiap harinya adalah sekitar 4,34 kWh/kWp/Day. Dengan kapasitas total panel surya sebesar 12 kWp.



Gambar 11. Performa Rasio simulasi sistem PLTS bulanan

Pada bagan Performance Rasio (PR), dapat dilihat pada gambar 11. menunjukkan Rasio Performa sistem PLTS dari bulan Januari sampai desember performa rasionya terbilang stabil sekitar 0,832.

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	160.8	79.36	26.66	123.9	118.9	1274	1236	0.831
February	126.3	72.47	26.91	106.9	103.4	1104	1070	0.834
March	148.3	80.24	26.95	136.4	132.8	1406	1365	0.834
April	160.7	76.63	26.98	164.7	161.7	1697	1650	0.835
May	159.4	69.41	27.56	177.3	174.8	1823	1772	0.833
June	149.2	60.78	26.70	173.6	171.4	1793	1743	0.837
July	174.0	56.12	26.81	203.1	200.5	2086	2029	0.832
August	195.5	60.48	27.01	213.0	209.7	2177	2118	0.829
September	187.7	68.71	27.23	182.1	178.3	1862	1811	0.829
October	201.4	83.04	27.89	173.9	168.8	1775	1727	0.827
November	172.1	79.57	27.14	134.8	129.7	1382	1343	0.830
December	155.6	81.94	26.96	117.1	111.9	1203	1167	0.830
Year	1990.9	868.76	27.07	1906.8	1861.7	19583	19031	0.832

**Legends**

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T\_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

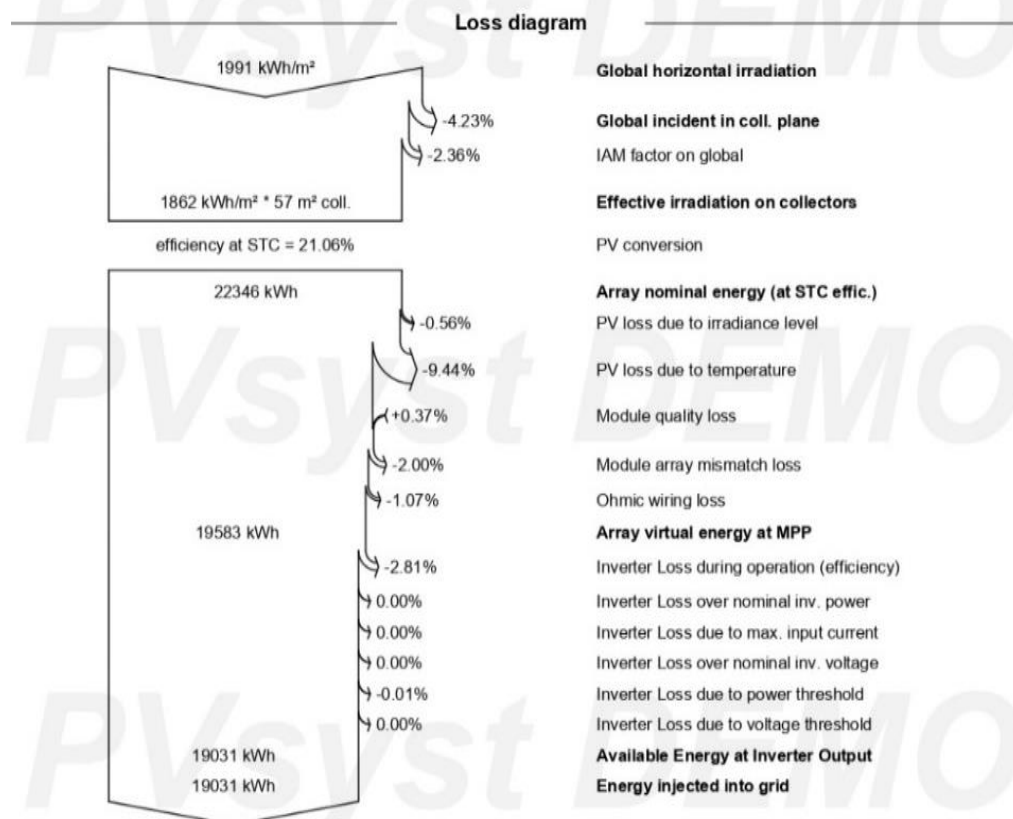
EArray Effective energy at the output of the array

E\_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

Gambar 12. Hasil Potensi Energi Listrik

Hasil Radiasi Matahari yang didapatkan di titik lokasi, Sistem PLTS pada PT.Hammer konstruksai Indonesia menunjukkan rata-rata GHI sebesar **1990,9 kwh/m<sup>2</sup>** dan GHI tertinggi ada pada bulan oktober sebesar 201,4 kwh/m<sup>2</sup> dan terendah ada pada bulan Februari sebesar 126,3 kwh/m<sup>2</sup> .oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas radiasi matahari yang diterima, semakin besar pula energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Selain itu setelah melakukan simulasi pada PVsyst Photovoltaic Software hasil radiasinya cukup berbeda dibandingkan hasil radiasi sebelum dilakukannya Running Simulasi.

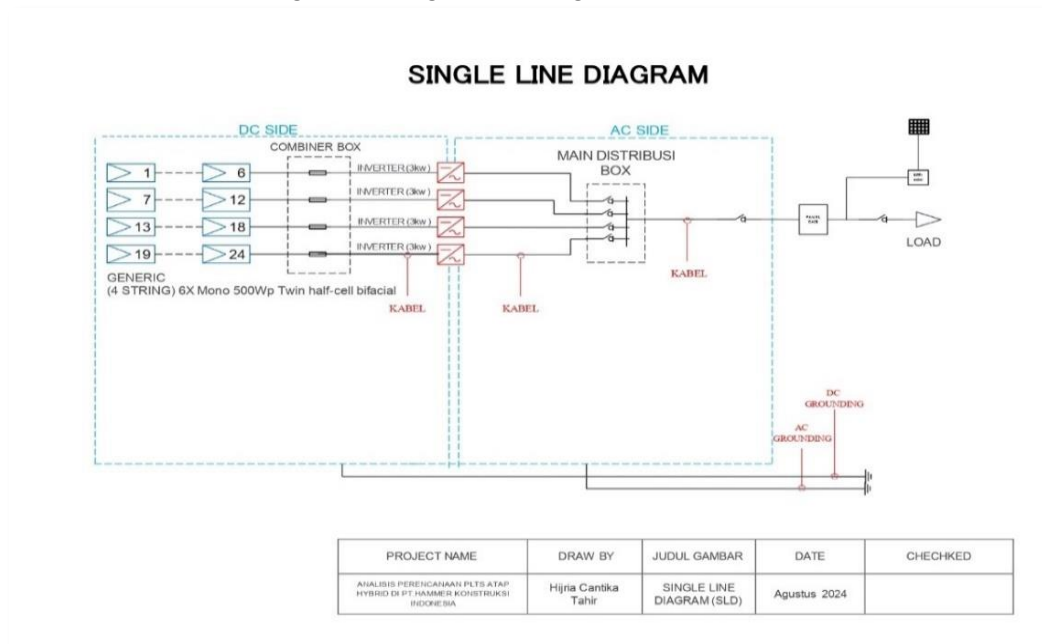


Gambar 13. Rugi-rugi pada sistem PLTS

Pada Hasil simulasi dari titik lokasi sistem PLTS pada PT.Hammer Konstruksi Indonesia didapatkan data Potensi energi matahari sebesar 1991 kWh/m<sup>2</sup>. Dengan efisiensi Panel surya pada keadaan STC adalah 21,06%. dan rugi-rugi listrik terbesar untuk sistem panel ini adalah dari rugi-rugi temperatur PV sebesar 9,44%. Untuk rugi-rugi lainnya dapat dilihat pada gambar 13.

#### 4.2.3 Single Line Diagram PLTS Atap

Dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya perlunya dalam menyusun single line diagram PLTS agar dapat menentukan tegangan kerja secara tidak melebihi luas Atap PT.Hammer Konstruksi Indonesia. Berikut gambar Single Line Diagram :



Gambar 14. SLD PLTS Atap PT.Hammer Konstruksi Indonesia

Single Line Diagram di desain berdasarkan hasil Simulasi PVsyst Photovoltaik software dengan kapasitas Daya PLTS sebesar 12 kWp dengan jumlah:

1. **Modul Surya : Model Mono 500Wp 32V Twin half-cell bifacial, since 2023**, sebanyak 24 Modul Surya: Digambarkan dalam 4 string, masing-masing berisi 6 PV modul. String 1: Menghubungkan Modul 1 hingga Modul 6, String 2: Menghubungkan Modul 7 hingga Modul 12, String 3: Menghubungkan Modul 13 hingga Modul 18, String 4: Menghubungkan Modul 19 hingga Modul 24.
2. **Inverter : Jenis Solinteg model MHS-3K-30, 3kW since 2023**. Sebanyak 4 Inverter: Setiap string terhubung ke satu inverter 3kva yang berbeda. String 1 ke Inverter 1, String 2 ke Inverter 2, String 3 ke Inverter 3, String 4 ke Inverter 4. Dalam sistem ini, setiap inverter menerima satu string dari modul surya dan mengubah daya DC menjadi AC.
3. **Sistem Listrik Utama** : Output dari Inverter: Dihubungkan ke sistem listrik utama atau jaringan, mungkin melalui panel distribusi atau sistem pengendalian lainnya.
4. **Koneksi ke Sistem Listrik** : Dari modul surya ke string, dari string ke inverter, Setelah inverter kemudian koneksi menuju ke panel kontrol atau sistem distribusi listrik. simbol breaker atau fuse yaitu untuk melindungi sistem.

#### 4.3 Implementasi

Hasil Pembahasan membuktikan bahwa luasan atap sangat berpengaruh untuk menentukan jumlah panel yang nantinya akan dipasang. Selain itu hasil radiasi sinar matahari sangat berpengaruh untuk sistem PLTS. Karena hal itu, Semakin besar Intensitas radiasi yang diterima, semakin besar pula energi listrik yang dihasilkan oleh Panel surya. Hal ini ditandai dengan keluaran hasil running pada Produksi Listrik dalam keadaan normal, Rata-rata Energi Listrik yang dipanen sebesar 4,34 kWh/kWp/Day, Performa Rasio dari bulan Januari sampai Desember performanya terbilang stabil sekitar 83,17%.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa efisiensi dan kinerja sistem PLTS dipengaruhi oleh kondisi Atap dan Intensitas Radiasi Matahari. Gedung ini memiliki luas atap 61,5 m<sup>2</sup> dengan tipe atap Flat beton/Atap Datar dan merupakan gedung paling tinggi diantara gedung lainnya, Ini memungkinkan gedung mendapatkan lebih banyak cahaya matahari karena tidak terhalang bayangan. Hasil Radiasi Matahari yang didapatkan sebesar 1990,9 kWh/m<sup>2</sup> dan GHI tertinggi ada pada bulan oktober sebesar 201,4 kWh/m<sup>2</sup> dan terendah ada pada bulan Februari sebesar 126,3 kWh/m<sup>2</sup>. Hal ini ditandai dengan keluaran hasil running pada Produksi Listrik dalam keadaan normal Rata-rata energi listrik yang dipanen sebesar 4,34 kWh/kWp/Day. Performa Rasio dari bulan Januari sampai desember adalah 83,17%. Sedangkan total rugi-rugi Panel surya pada keadaan STC (*Standart Test Condition*) adalah 21,06% dan rugi-rugi listrik terbesar untuk sistem panel ini adalah dari rugi-rugi temperatur PV sebesar 9,44%.

Dari hasil analisis perencanaan dapat disimpulkan Kapasitas optimal sistem PLTS untuk beban harian pemakaian energi listrik di PT.Hammer Konstruksi Indonesia pada bulan Juni 2024 didapatkan sebesar 52,473 kWj, Dan kebutuhan Daya yang dibangkitkan PLTS yaitu sebesar 12,5 kWp. Dan Berdasarkan Perencanaan menggunakan PVSyst Photovoltaic Software mendapatkan Daya PLTS sebesar 12 kWp dengan luas Area 54m<sup>2</sup> dari 61m<sup>2</sup> luas atap yang dimiliki. Jumlah Panel Surya yang dihasilkan yaitu sebanyak 24 PV Module jenis Generic model Mono 500Wp 32V Twin half-cell bifacial, since 2023 , dan 4 Inverter Jenis Solinteg model MHS-3K-30, 3kW since 2023, serta terdapat 4 string yang mana masing-masing string berjumlah 6 modul dan 1 Inverter.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Nugroho, B. Winardi, and S. Sudjadi, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Hybrid Di Gedung Ict Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsyst 7.0," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 377–383, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i2.377-383.
- [2] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, "Perancangan Dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap Pada Masjid Jami' Al-Muhajirin Bekasi," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.
- [3] K. Ramadhan and B. H. Purwoto, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Surakarta," *J. Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 3, p. 148, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i3.004.
- [4] N. H. Sudarjo, M. Haddin, and A. Suprajitno, "Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur," *Elektrika*, vol. 14, no. 1, p. 20, 2022, doi: 10.26623/elektrika.v14i1.3784.
- [5] Bagus Rahmadani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Do's & Dont's*. 2021.
- [6] "Buku Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS ATAP DI INDONESIA".