



## POTENSI DAN DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON GRID DI DESA PORTO, KABUPATEN MALUKU TENGAH

Lory Marcus Parera<sup>1)</sup>, Bobi Kainama<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Elektro dan Politeknik Negeri Ambon

[lorymarc8@gmail.com](mailto:lorymarc8@gmail.com)<sup>1)</sup>, [kainamaboby@gmail.com](mailto:kainamaboby@gmail.com)<sup>2)</sup>

### ARTICLE HISTORY

Received:  
February 12, 2026  
Revised  
May 25, 2026  
Accepted:  
May 25, 2026  
Online available:  
May 25, 2026

### Keyword:

On-Grid PLTS, Pvsyst,  
Performance Ratio

### \*Correspondence:

Name: Lory Marcus Parera  
E-mail: [lorymarc8@gmail.com](mailto:lorymarc8@gmail.com)

Kantor Editorial  
Politeknik Negeri Ambon  
Pusat Penelitian dan Pengabdian  
Masyarakat  
Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-  
Rumahtiga, Ambon Maluku,  
Indonesia  
Kode Pos: 97234

### ABSTRACT

*Solar energy is a promising renewable energy source for development, particularly through grid-connected solar power plant systems. This study aims to analyze the potential and design a grid-connected system to efficiently meet electricity needs. The methodology employed includes system capacity design, component selection, and performance simulation using PVSyst software. The design and simulation results indicate that a 135 kWp solar power plant system can generate 214.6 MWh of energy per year with a Performance Ratio (PR) of 84.88%. This PR achievement indicates an excellent level of system efficiency in converting solar energy into electricity that is fed into the grid. Thus, the designed grid-connected solar power system is feasible for implementation and contributes significantly to the provision of clean energy and the reduction of carbon emissions.*

### 1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat moderen. Hampir seluruh aspek kehidupan, baik di sektor rumah tangga, pendidikan, kesehatan, pertanian, hingga usaha kecil dan menengah, sangat bergantung pada ketersediaan listrik yang stabil dan dapat diandalkan. (Yansel Nalle et al., 2024) Namun, masih banyak wilayah di Indonesia, khususnya di daerah kepulauan, yang belum sepenuhnya merasakan manfaat dari akses listrik secara merata. Salah satu wilayah tersebut adalah Desa Porto yang terletak di Kecamatan Saparua, Kabupaten Maluku Tengah. Sebagai wilayah kepulauan, akses terhadap jaringan listrik nasional seringkali terbatas, sehingga banyak masyarakat yang mengandalkan generator berbahan bakar fosil dengan biaya operasional yang tinggi. Desa Porto merupakan salah satu desa di wilayah kepulauan Saparua,

kabupaten Maluku Tengah yang memiliki potensi besar dari sisi sumber daya alam, termasuk intensitas cahaya matahari yang tinggi hampir sepanjang tahun. Namun, keterbatasan infrastruktur dan lokasi geografis yang cukup terisolasi menjadikan penyediaan energi listrik di desa ini belum optimal. (Kumar et al., 2020) Masyarakat setempat sebagian besar masih bergantung pada genset berbahan bakar minyak atau sumber listrik dari jaringan PLN yang belum sepenuhnya stabil dan terjangkau. Hal ini tentu menjadi tantangan tersendiri dalam upaya meningkatkan kualitas hidup masyarakat serta mendorong pertumbuhan ekonomi lokal.

Di tengah tantangan tersebut, pemanfaatan energi terbarukan menjadi solusi yang sangat relevan dan berkelanjutan. Salah satu bentuk energi terbarukan yang paling sesuai untuk kondisi geografis dan iklim Desa Porto adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya



(PLTS) dengan sistem *on-grid*. (Mahulette, A., Latupeirissa, Hamles L, Parera, 2021) PLTS *on-grid* merupakan sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung langsung dengan jaringan PLN, sehingga energi listrik yang di hasilkan dapat di gunakan langsung oleh masyarakat dan kelebihan energi dapat di salurkan ke jaringan listrik. (Sugiartha, 2020) Pemanfaatan energi matahari tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga menjanjikan dari sisi efisiensi dan kemandirian energi. Perencanaan PLTS *on-grid* di Desa Porto bukan hanya bertujuan untuk menyediakan akses listrik yang lebih baik, tetapi juga sebagai langkah awal dalam transformasi energi menuju sumber energi yang bersih, berkelanjutan, dan mandiri. Dengan adanya PLTS *on-grid*, diharapkan masyarakat tidak lagi terlalu bergantung pada bahan bakar fosil yang mahal dan berdampak negatif terhadap lingkungan. (Tahir et al., 2025) Lebih jauh lagi, keberadaan PLTS *on-grid* dapat menjadi pendorong utama bagi berbagai aktivitas produktif di desa, seperti pengolahan hasil pertanian, perikanan, usaha rumahan, hingga menunjang kegiatan belajar mengajar di sekolah. Selain manfaat teknis dan ekonomis, proyek ini juga membawa nilai sosial yang besar.

Perencanaan PLTS *on-grid* juga sejalan dengan visi pemerintah dalam mendorong transisi energi nasional. Pemerintah Indonesia, melalui berbagai kebijakan dan regulasi, tengah menggalakkan pengembangan energi baru dan terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan menurunkan emisi karbon. Pembangunan PLTS *on-grid* skala desa menjadi bagian dari strategi desentralisasi energi, di mana setiap daerah mampu mengelola dan memenuhi kebutuhannya secara mandiri dan berkelanjutan. (Harmini & Nurhayati, 2018) Mengingat pentingnya aspek teknis, sosial, dan lingkungan dari pembangunan ini, maka perlu disusun suatu perencanaan yang matang, terstruktur, dan partisipatif. Perencanaan ini mencakup kajian teknis terhadap potensi energi matahari di Desa Porto, identifikasi kebutuhan listrik masyarakat, pemilihan teknologi yang tepat guna, analisis biaya dan sumber pendanaan, serta strategi pelaksanaan yang melibatkan berbagai pihak, termasuk pemerintah daerah, lembaga donor, swasta, dan masyarakat lokal itu sendiri. Oleh karena itu, ini disusun sebagai langkah awal dalam mewujudkan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Porto. Tujuannya adalah untuk menciptakan sistem penyediaan energi yang bersih, (Parera & Pelamonia, 2019) efisien, dan berkelanjutan, yang tidak hanya menjawab kebutuhan dasar masyarakat, tetapi juga mendorong kemandirian desa dan keberlanjutan pembangunan di masa depan

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Intensitas Sinar Matahari

Data matahari yang diperoleh dari instrumen yang dipasang di permukaan tanah sebaiknya menjadi pilihan utama untuk memperkirakan pasokan energi matahari di lokasi tersebut. Data semacam itu mungkin tersedia dari berbagai sumber lokal, biasanya dari badan meteorologi atau pertanian nasional. Dalam kasus beberapa pulau (misalnya Nauru dan Papua Nugini), lembaga internasional telah mengumpulkan data matahari tingkat permukaan tanah berkualitas tinggi yang mencakup periode bertahun-tahun, yang dapat diperoleh dari kantor pusat lembaga yang mengumpulkan data tersebut. (Mazouz et al., 2013)

Pada tahun 2017, Bank Dunia meluncurkan alat baru untuk Kepulauan Pasifik sebagai bagian dari atlas surya mereka. Data tersebut dapat diunduh dari Global Solar Atlas <http://globalsolaratlas.info/>

### 2.2. Pengaruh Orientasi dan Kemiringan

Jika atap tidak menghadap ke utara sejati (belahan bumi selatan) atau selatan sejati (belahan bumi utara) dan/atau tidak memiliki kemiringan yang optimal, daya yang dihasilkan oleh panel surya akan lebih rendah daripada daya maksimum yang mungkin dicapai dan menggambarkan variasi intensitas sinar matahari akibat perbedaan kemiringan dan azimuth dibandingkan dengan yang diukur dan dicatat dari titik-titik optimal sebagaimana ditunjukkan untuk lokasi-lokasi tersebut. (Agus Januar Ariawan et al., 2021; Parti et al., 2018)

### 2.3. Komponen Sistem Fotovoltaik Surya (PV)

Sistem energi surya fotovoltaik (PV) terdiri dari berbagai komponen. Setiap komponen memiliki peran tertentu. Jenis komponen dalam sistem bergantung pada jenis sistem dan tujuannya. (Iskandar et al., 2018) Misalnya, sistem PV direct sederhana terdiri dari modul atau susunan surya (dua atau lebih modul yang dihubungkan dengan kabel) dan beban (perangkat yang menggunakan energi) yang dialiri dayanya. Beban yang paling umum adalah pompa air submersible dan kipas ventilasi. Sistem energi surya menghasilkan arus searah (DC). Ini adalah listrik yang mengalir dalam satu arah. Beban dalam sistem PV sederhana juga beroperasi pada arus searah (DC). Sistem mandiri dengan penyimpanan energi (baterai) akan memiliki lebih banyak komponen daripada sistem PV-direct. (Sugiartha, 2020) Lembar fakta ini akan menyajikan berbagai komponen sistem PV surya dan menjelaskan penggunaannya dalam berbagai jenis sistem PV surya.

### 2.4. Susunan Surya

Rangkaian surya terdiri dari beberapa modul PV yang dihubungkan dengan kabel. Menghubungkan kabel negatif (-) dari satu modul ke kabel positif (+)



dari modul kedua merupakan awal dari rangkaian seri. Dengan menghubungkan modul secara seri, tegangan masing-masing dari kedua modul akan dijumlahkan. (Asri & Kanada, 2018; Wicaksana et al., 2019)



Gambar 1. Susunan panel surya

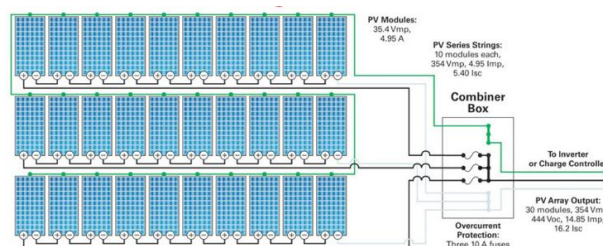
Rangkaian seri mewakili tegangan total dari setiap modul. Setiap modul harus memiliki tegangan dan arus yang sama. Kabel negatif dari satu modul dihubungkan ke kabel positif dari modul berikutnya. Dalam sistem yang besar, beberapa rangkaian dirakit dan ujung yang tidak terhubung dihubungkan ke kabel homerun yang didaratkan di terminal penutup yang terletak di dekat susunan. Misalnya, jika susunan terdiri dari rangkaian 10 modul, masing-masing diberi nilai 30 volt dan 4 amp, rangkaian tersebut akan diberi nilai untuk menghasilkan 300 volt ( $10 \times 30$  volt) dan 4 amp, atau total 1.200 watt (1,2 kW). Tujuannya adalah untuk memasang modul secara seri untuk membangun tegangan. Karena tegangan AC di tempat tinggal beroperasi pada 120 hingga 240 volt, maka diinginkan untuk mencapai tegangan yang diperlukan untuk mengoperasikan beban di tempat tinggal. (Ramadhan et al., 2025)

## 2.5. Kotak Penggabung

Rangkaian sistem PV dengan beberapa rangkaian modul akan memiliki kabel positif dan kabel negatif di ujung setiap rangkaian. Kabel positif akan dihubungkan ke sekering individual dan kabel negatif akan dihubungkan ke busbar negatif dalam penutup. Ini disebut rangkaian sumber. Kotak penggabung berfungsi untuk menggabungkan beberapa rangkaian seri menjadi satu rangkaian paralel. Misalnya, rangkaian dengan tiga rangkaian 10 modul yang dihubungkan secara seri akan menghasilkan 300 volt ( $10 \text{ modul} \times 30 \text{ volt}$ ) per rangkaian dan 4 amp per rangkaian. Ketika kabel didaratkan di kotak penggabung, rangkaian akan menghasilkan 300 volt pada 12 amp ( $3 \text{ rangkaian} \times 4 \text{ amp/rangkaian}$ ). Setelah rangkaian digabungkan, meninggalkan kotak itu disebut sebagai rangkaian keluaran. (Irwan et al., 2015)



Gambar 2. Contoh kotak penggabung dengan ukuran yang berbeda



Gambar 3. Wiring kotak penggabung

Tiga untai 10 modul PV, masing-masing diberi nilai daya maksimum 35,4 volt (Vmp) dan 4,95 Ampere disambungkan secara seri. Setiap untai memiliki total daya maksimum dengan sebesar 354 volt tegangan maksimum (Vmp) dan 4,95 Amp. Kabel positif (+) dari setiap untai dihubungkan ke sekering, dan ketiganya dihubungkan ke sirkuit keluaran. Kabel negatif (-) dari tiga untai seri didaratkan ke bus bar di kotak penggabung. Sirkuit keluaran merupakan hasil dari koneksi paralel. Ke-30 modul diharapkan menghasilkan daya maksimum 354 volt (Vmp) dan daya maksimum 14,85 amp (Imp). Rangkaian surya tersebut mampu menghasilkan daya sebesar 5.257 watt (5,3 kilowatt). (Siregar et al., 2020)

## 2.6. Inverter

Energi dari rangkaian atau bank baterai adalah arus searah (DC). Arus ini akan menyediakan beban DC seperti lampu, kipas, pompa, motor, dan beberapa peralatan khusus. Namun, jika energi akan digunakan untuk memberi daya pada beban yang beroperasi pada arus bolak-balik (AC), seperti yang ditemukan di rumah tinggal, arus perlu diubah. Inverter mengubah energi DC menjadi energi AC. Inverter tersedia dalam berbagai ukuran untuk berbagai ukuran beban. Inverter kecil dapat dicolokkan ke stopkontak kendaraan untuk mengubah energi DC 12 volt dari baterai kendaraan, menjadi energi AC 120 volt untuk memberi daya pada komputer laptop. Inverter yang lebih besar tersedia untuk memberi daya pada beban yang lebih besar. Misalnya, inverter 4000 watt dapat dihubungkan ke baterai 12 volt dan digunakan untuk memberi daya pada peralatan AC kecil. Inverter string digunakan untuk mengubah daya DC dari panel surya menjadi daya AC dan dapat dihubungkan ke panel distribusi



daya AC (panel layanan) di tempat tinggal atau fasilitas. Inverter string tersedia dalam b(Saputri et al., 2025)erbagai ukuran, tergantung pada ukuran beban AC.



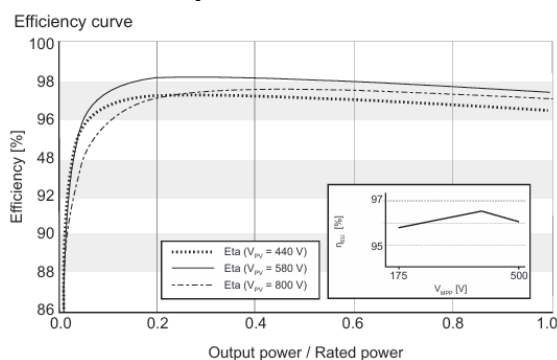
Gambar 4. Inverter dan bingkai

**2.7. Kerugian Listrik pada Sistem PV yang Terhubung ke Jaringan**

Kerugian listrik pada sistem yang terhubung ke jaringan mencakup semua kerugian yang terjadi antara susunan panel surya dan titik koneksi ke jaringan. Titik koneksi ini biasanya berada di panel sakelar atau panel distribusi, tetapi jika listrik tenaga surya diukur saat disalurkan ke jaringan, maka titik koneksi tersebut akan berada di lokasi meteran.

Kerugian-kerugian tersebut umumnya meliputi:- Kerugian daya akibat penurunan tegangan antara panel surya dan inverter.

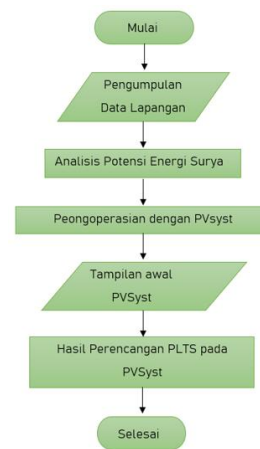
- Kerugian daya akibat efisiensi inverter. Nilai ini sebaiknya tidak melebihi 3%- Data ini biasanya tercantum dalam lembar spesifikasi inverter berupa
- Kerugian daya akibat penurunan tegangan antara inverter surya dan titik interkoneksi ke jaringan Listrik. Kurva yang menunjukkan hubungan antara efisiensi dan output inverter.-.
- Nilai ini sebaiknya tidak melebihi 1%.



Gambar 5. Output daya

**3. METODOLOGI**

Penelitian ini, dapat uraian prosedur pada diagram alir.

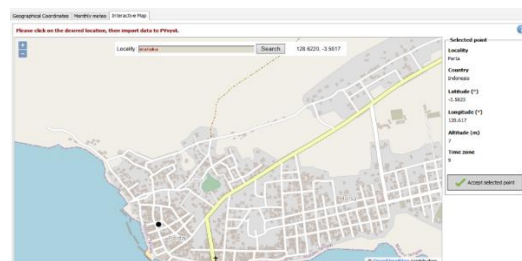


Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Gambaran Lokasi Penelitian**

Desa Porto merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Saparua, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Desa ini memiliki potensi energi surya yang cukup tinggi dengan rata-rata intensitas penyinaran matahari sekitar 5,23 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Letaknya yang terbuka dan masih minim gangguan dari bangunan tinggi menjadikan desa ini cocok untuk pembangunan sistem PLTS berbasis *on-grid* yang terhubung langsung dengan jaringan listrik PLN.



Gambar 7. Lokasi Penelitian (sumber : PVSYST)

Data *Geographical site parameters* desa porto pada Aplikasi *Pvsyst Photovoltaic Software* :

- Locality : Porto
- Country : Indonesia
- Latitude (°) : -3.5823
- Longitude (°) : 128.617
- Altitude (m) :
- Time zone : 9

**4.2. Data Beban Harian**

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan konsumsi energi, diperoleh Total kebutuhan energi listrik pada dusun ulalesi di desa porto sebagai berikut:

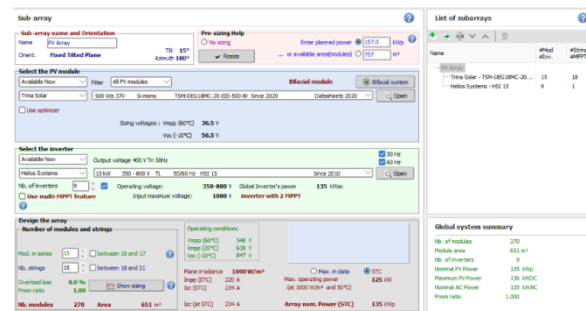
Tabel 1. Beban Harian

No	Kebutuhan beban	Total Energi (Wh)
1	Rumah 1	6.668



2	Rumah 2	4.844
3	Rumah 3	4.565
4	Rumah 4	4.430
5	Rumah 5	5.610
6	Rumah 6	5.415
7	Rumah 7	5.325
8	Rumah 8	4.820
9	Rumah 9	5.447
10	Rumah 10	4.700
11	Rumah 11	13.700
12	Rumah 12	14.990
13	Rumah 13	14.960
14	Rumah 14	13.410
15	Rumah 15	5.400
16	Rumah 16	5.230
17	Rumah 17	13.770
18	Rumah 18	14.020
19	Rumah 19	13.980
20	Rumah 20	14.090
	Total	175.374

sehingga total kapasitas inverter adalah 135 kWac. Modul disusun dengan 15 modul per string dan rangkaian yang di gunakan adalah rangkaian seri, jumlah string nya adalah 18. Dan area yang di perlukan sekitar 651 m<sup>2</sup>.



**Gambar 9.** Simulasi sistem PLTS

Gambar 9 menunjukkan basic data, di mana modul PV yang sedang dianalisis adalah Trina Solar TSM-DEG18MC-20-(II)-500-Bifacial. Modul ini merupakan panel surya bifacial berbasis teknologi monocrystalline silicon (Si-mono), dengan daya nominal 500 Wp pada kondisi standar (STC), serta diproduksi sejak tahun 2020. Output dayanya adalah ±3%, sesuai dengan informasi dari datasheet tahun 2020. Bagian *Manufacturer specifications or other measurements* menampilkan parameter kelistrikan utama dari datasheet pabrikan pada kondisi standar (irradiansi 1000 W/m<sup>2</sup> dan suhu 25°C). Nilai arus hubung singkat (Isc) adalah 12.980 A, arus pada titik daya maksimum (Imp) adalah 11.520 A, tegangan hubung terbuka (Voc) sebesar 51.50 V, dan tegangan pada titik daya maksimum (Vmp) sebesar 43.40 V. Koefisien suhu arus (muIsc) tercatat sebesar 5.2 mA/°C atau setara dengan 0.040%/°C. Modul ini terdiri dari 75 x 2 sel, menandakan total 150 sel fotovoltaik dalam konstruksinya. Selanjutnya, bagian Internal model result tool menunjukkan hasil perhitungan model simulasi internal berdasarkan parameter input yang diberikan. Dengan kondisi iradiasi 1000 W/m<sup>2</sup> dan suhu 25°C, perangkat lunak menghitung bahwa daya maksimum (Pmp) yang dihasilkan adalah 508.2 W, yang sedikit lebih tinggi dari spesifikasi datasheet (500 Wp). Nilai ini menghasilkan selisih sekitar 1.63%, dan karena itu, muncul peringatan di sisi kanan atas layar yang menyatakan bahwa perbedaan ini bisa disebabkan oleh ke tidak konsistenan data pabrikan atau kesalahan evaluasi nilai resistansi shunt (Rshunt).

Di sisi kanan, bagian Model summary mencantumkan parameter kelistrikan model: resistansi shunt (Rsh) sebesar 180 Ω (dan Rsh saat G=0 sebesar 700 Ω), serta resistansi seri (Rserie) sebesar 0.31 Ω. Model ini juga mencakup nilai gamma sebesar 1.001, arus saturasi I<sub>0Ref</sub> sebesar 0.03 nA, serta koefisien suhu tegangan Voc sebesar -145 mV/°C dan koefisien suhu

**4.3. Potensi Radiasi Surya di Desa Porto**

Berdasarkan aplikasi PVSyst dapat menemukan data Intensitas radiasi matahari pada desa porto yang sebesar 5,23 KWh/m<sup>2</sup>/hari. Untuk GHI tertinggi di bulan November sebesar 6,48 KWh/m<sup>2</sup>/hari dan GHI yang rendah di bulan agustus sebesar 3,77 KWh/m<sup>2</sup>/hari.

Month	Global horizontal irradiation (kWh/m <sup>2</sup> /day)	Horizontal diffuse irradiation (kWh/m <sup>2</sup> /day)	Temperature (°C)	Wind Velocity (m/s)	Linker turbulency (1/s)	Relative humidity (%)
January	5.23	1.57	26.1	1.71	0.468	65.6
February	5.15	1.63	26.0	1.47	0.427	66.7
March	5.00	1.48	25.8	1.28	0.379	70.7
April	4.90	1.18	25.1	0.90	0.276	80.3
May	4.79	0.71	24.0	0.69	0.209	86.3
June	4.63	0.42	22.8	0.62	0.188	90.2
July	4.50	0.34	20.3	1.20	0.374	86.3
August	4.77	0.46	22.4	1.40	0.502	86.3
September	5.08	0.70	23.7	1.20	0.428	81.4
October	5.30	1.03	25.1	0.99	0.309	67.2
November	6.48	1.36	27.0	0.89	0.289	60.0
December	5.71	0.83	26.0	1.10	0.371	67.3
Year	5.23	2.43	26.9	1.1	0.468	65.6

**Gambar 8.** Data Radiasi Matahari

**4.4. Hasil Perancangan PLTS Pada PVSyst**

Ini adalah tampilan PVSyst yang menunjukan konfigurasi sistem PV dengan sub array dari sistem PV grid-connected. Kemiringan (Tilt) adalah 15° dengan Azimuth 180° (menghadap ke selatan). Modul yang digunakan adalah modul bifacial 500 Wp dengan teknologi monokristalin (si-mono). Di butuhkan sekitar 270 modul.

Inverter yang digunakan adalah inverter helios systems dengan kapasitas 15 kW dan tegangan output 400 V (3 fasa), jadi jumlah inverter yang dipilih adalah 9 buah,



daya maksimum ( $\mu P_{max}$ ) sebesar  $-0.35\%/^{\circ}C$ . Efisiensi modul tercatat 21.09%.

PVsyst pada bagian *grid inverter definition* yang digunakan untuk mendefinisikan parameter teknis dari inverter grid-tied (terhubung ke jaringan listrik). Model inverter yang ditampilkan adalah HSI 15 dari Helios systems, dengan file konfigurasi bernama *Helios\_HSI15.OND*.

Pada sisi input (DC PV field), inverter ini memiliki rentang tegangan MPP (Maximum Power Point) antara 350 V hingga 800 V, dengan tegangan MPP nominal sebesar 650 V. Tegangan maksimum absolut dari array PV yang diperbolehkan adalah 1000 V, dan terdapat ambang daya (*power threshold*) sebesar 74 W, yang merupakan batas minimum daya agar inverter mulai bekerja.

Di sisi output (AC grid), inverter memiliki tegangan nominal 400 V, dan mendukung frekuensi operasi 50 Hz, serta konfigurasi jaringan tiga fasa (Triphase). Daya AC nominal inverter adalah 15,0 kW, dengan arus AC nominal sebesar 21,7 A, dan arus maksimum yang dapat dicapai sebesar 22,0 A.

Efisiensi inverter ini tergolong tinggi, dengan efisiensi maksimum yang dihitung berdasarkan tiga level tegangan yang berbeda. Selain itu, bagian bawah kiri menunjukkan spesifikasi kontraktual seperti daya PV nominal 15,4 kW, daya PV maksimum 16.5 kW, dan arus PV maksimum 46.0 A, meskipun dicatat bahwa data ini tidak selalu merepresentasikan kondisi fisik sesungguhnya.

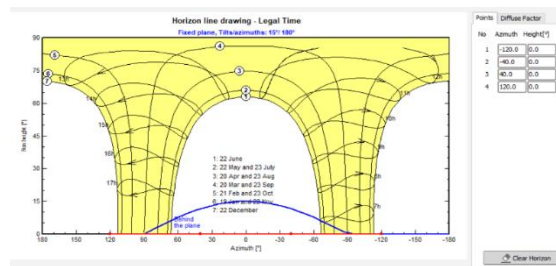
*Horizon (far Shadings) definition* di perangkat lunak PVsyst, yang digunakan untuk mendefinisikan garis cakrawala (*horizon line*) dari lokasi proyek PV, dalam hal ini diberi nama *Horizon line at Porto*. Grafik utama menampilkan proyeksi lintasan matahari sepanjang tahun pada bidang tetap dengan orientasi kemiringan  $15^{\circ}$  dan azimuth  $180^{\circ}$  (menghadap selatan).

Grafik ini menggambarkan tinggi matahari (Sun height) terhadap azimuth dalam derajat, dan area berwarna kuning menunjukkan lintasan matahari yang terlihat dari lokasi tersebut sepanjang tahun, sementara garis-garis lengkung mewakili jam matahari lokal dan tanggal-tanggal penting dalam setahun (seperti 22 Juni, 22 Desember, dan titik-titik ekuinoks). Garis biru di bagian bawah grafik menunjukkan area *behind the plane* atau bagian yang berada di belakang panel PV, sehingga tidak relevan dalam analisis shading.

Di sisi kanan, terdapat tabel Points yang mencatat empat titik cakrawala dengan azimuth  $-120^{\circ}$ ,  $-40^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ , dan  $120^{\circ}$ , semuanya dengan ketinggian (*elevation angle*)  $0.0^{\circ}$ , yang berarti tidak ada hambatan horisontal atau shading jauh (seperti gunung atau bangunan tinggi) yang menghalangi sinar matahari dari sudut-sudut tersebut. Ini menggambarkan kondisi horizon

ideal atau datar di mana matahari tidak terhalang oleh objek tinggi di kejauhan.

Fungsi dari pengaturan ini penting untuk memperhitungkan shading jauh (*far shadings*) dalam simulasi sistem PV, yang dapat memengaruhi estimasi produksi energi terutama pada pagi dan sore hari.



Gambar 9. Horizon Far Shading

Untuk sistem PLTS selama satu tahun penuh. Tabel tersebut merinci data bulanan yang meliputi iradiasi global horizontal ( $G_{Hor}$ ), iradiasi difus horizontal ( $D_{Hor}$ ), suhu ambien ( $T_{Amb}$ ), iradiasi pada bidang kolektor ( $G_{Inc}$ ), serta iradiasi global efektif ( $G_{Eff}$ ) yang sudah dikoreksi terhadap sudut datang cahaya dan bayangan. Selain itu, tabel juga menampilkan total energi yang dihasilkan oleh array panel surya ( $E_{Array}$ ), energi yang berhasil disalurkan ke jaringan listrik ( $E_{Grid}$ ), dan rasio performa sistem (PR) setiap bulan. Secara keseluruhan, total energi yang disuntikkan ke jaringan selama satu tahun adalah 250.491 kWh dari total produksi array 257.015 kWh, dengan performance ratio (PR) tahunan sebesar 0.815 atau 81,5%. Data ini menunjukkan efisiensi konversi energi sistem yang cukup baik meskipun terdapat variasi bulanan, di mana PR tertinggi terjadi pada bulan Agustus (0.834) dan terendah pada bulan Januari (0.802)

Tabel 2. Hasil utama sistem

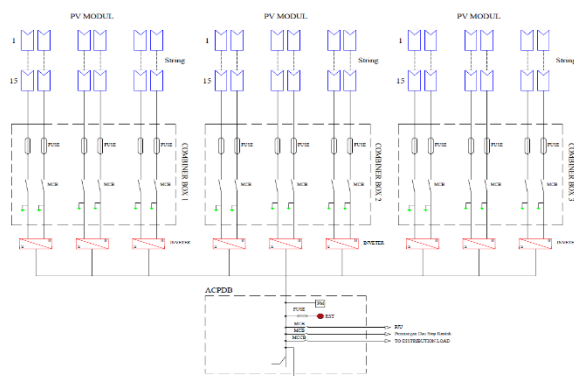
Porto_2 Balances and main results								
	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Array kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	193.3	73.46	28.13	207.3	203.6	24000	23400	0.838
February	158.2	73.50	27.95	182.0	158.8	18880	18443	0.843
March	185.9	77.31	27.90	180.8	176.6	21047	20570	0.843
April	177.1	65.82	27.08	182.4	157.8	19019	18591	0.848
May	154.7	68.53	26.90	135.4	130.5	15041	15059	0.852
June	114.8	72.65	25.55	101.4	97.5	12124	11521	0.894
July	117.8	72.43	25.33	104.9	100.9	12552	12338	0.894
August	116.9	77.27	25.41	107.8	104.3	12306	12915	0.857
September	148.7	74.98	25.72	143.0	139.3	16968	16567	0.858
October	170.4	79.20	27.12	171.4	157.7	20099	19631	0.848
November	194.4	70.87	27.48	206.0	202.6	23932	23388	0.841
December	177.0	81.33	28.16	190.7	187.0	22246	21741	0.845
Year	1910.3	887.36	26.89	1873.1	1826.4	219744	214636	0.849

#### 4.5. Single Line PLTS On-Grid

Dari hasil Perencanaan PLTS On-Grid di Desa Porto Kabupaten Maluku Tengah maka di dapat jumlah panel surya 270 unit dan panel surya yang di gunakan adalah panel surya 500Wp. Jumlah string adalah 18 string dengan setiap string berisi 15 buah panel surya dan Inverter yang di gunakan ada 9 buah inverter berkapasitas 15 KW, jadi 2 string



menggunakan 1 inverter. Dan hasil single line diagram dapat di lihat pada gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Single line PLTS On-Grid Desa Porto

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil perancangan dan simulasi menggunakan Pvsyst menunjukkan bahwa sistem PLTS dengan kapasitas 135 kWp mampu menghasilkan energi sebesar 214,6 MWh per tahun dengan Performance Ratio (PR) 84,88%. Hal ini membuktikan bahwa sistem PLTS di Desa Porto dapat beroperasi secara efisien, andal, serta mampu memenuhi kebutuhan listrik masyarakat sesuai dengan tujuan penelitian.
2. Hasil analisis kebutuhan energi, Dusun Ulalesi Desa Porto memiliki konsumsi listrik harian sebesar 175.374 Wh dengan potensi radiasi surya rata-rata 5,23 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut sangat layak untuk pengembangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid sebagai alternatif sumber energi

### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Januar Ariawan, I. G., Dwi Giriantari, I. A., & Sukerayasa, I. W. (2021). Perancangan PLTS Atap Di Gedung Graha Sewaka Dharma. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(3), 9. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i03.p2>
- Asri, R., & Kanada, K. (2018). *Desain dan Analisa Kelayakan PV-Diesel-Grid Sistem Hibrid di Institut Teknologi Sumatera (ITERA)*. 3(2), 30.
- Harmini, H., & Nurhayati, T. (2018). Desain Sistem Rooftop Off Grid Panel Solar Photovoltaic.

*Jurnal Pengembangan Rekayasa Dan Teknologi*, 13(2), 47.

<https://doi.org/10.26623/jprt.v13i2.931>

- Irwan, Y. M., Amelia, A. R., Irwanto, M., Fareq, M., Leow, W. Z., Gomesh, N., & Safwati, I. (2015). Stand-Alone Photovoltaic (SAPV) System Assessment using PVSYST Software. *Energy Procedia*, 79, 596–603. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.539>

- Iskandar, H. R., Taryana, E., & Syaidina, S. (2018). Perancangan Kebutuhan Energi Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Hanggar Delivery Center PT. Dirgantara Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 018, 1–11. [jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek)

- Kumar, R., Rajoria, C. S., Sharma, A., & Suhag, S. (2020). Design and simulation of standalone solar PV system using PVSyst Software: A case study. *Materials Today: Proceedings*, 46, 5322–5328. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.785>

- Mahulette, A., Latupeirissa, Hamles L, Parera, L. M. (2021). Jurnal Simetrik. *Jurnal Simetrik*, 11(1), 432–439.

- Mazouz, H., Belghachi, A., & Hadjaj, F. (2013). *Solar Cell Degradation by Electron Irradiation Effect of Irradiation Fluence*. 7(12), 1718–1720.

- Parera, L. M., & Pelamonia, C. E. (2019). Potensi Energi Baru Terbarukan Untuk Pengembangan Pariwisata di Pulau Ambon. *JURNAL SIMETRIK*, 9(1), 179–184.

- Parti, I. K., Ardana, I. W. R., & Mudiana, I. N. (2018). Pengaruh Temperatur Pv Solar Sel Terhadap Karakteristik I-V Dengan Menggunakan Aplikasi Software Gt Solar Teknologi. *Jurnal Simetrik*, 8(2), 133. <https://doi.org/10.31959/js.v8i2.201>

- Ramadhan, M. G. W., Halim, L., & Wahab, F. (2025). Enhancing solar panel efficiency through dual-axis tracking and fresnel lens concentration: an image processing approach. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 14(2), 845–853. <https://doi.org/10.11591/eei.v14i2.8465>

- Saputri, F. R., Paramasatya, J. D., & Akbar, A. M. (2025). Solar panel installation feasibility analysis based on techno-economic of PVSyst at Universitas Multimedia Nusantara. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 14(3),



- 1716–1726.  
<https://doi.org/10.11591/eei.v14i3.9135>
- Siregar, Y., Hutahuruk, Y., & Suherman. (2020). Optimization design and simulating solar PV system using PVSyst software. *2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering, ELTICOM 2020 - Proceedings*, 219–223. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM50775.2020.9230474>
- Sugiarta, N. (2020). Energy Yield of a 1.3 kWp Grid-Connected Photovoltaic System Design: Case for a Small House in Bali. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 10(1), 19–25. <https://doi.org/10.31940/matrix.v10i1.1838>
- Tahir, H. C., Latupeirissa, H. L., & ... (2025). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Hammer Konstruksi Indonesia. *Jurnal ELKO (Elektrikal ...)*, 343–354. <http://elko.polnam.ac.id/index.php/jurnalelko/article/view/140%0Ahttps://elko.polnam.ac.id/index.php/jurnalelko/article/view/140/73>
- 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 Gubernur Bali. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(3), 107–113.
- Yansel Nalle, D., Mauboy, E. R., & Galla, W. F. (2024). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Untuk Kebutuhan Rumah Tangga di Desa Delo Kabupaten Sabu Raijua. In *Jurnal Teknik Elektro* (Vol. 1, Number 1).