

DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) MENGIKUTI POLA ATAP WANTILAN DESA ANTOSARI UNTUK MEMENUHI DAYA 3600 WATT

I Gusti Bagus Wiradhi Yogathama¹, I Wayan Arta Wijaya², I Nyoman Budiastira³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus UNUD, Badung, Bali

wiradhiyogathama@gmail.com, artawijaya@unud.ac.id, budiastira@unud.ac.id

ABSTRAK

Pemodelan perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Wantilan Desa Antosari merupakan penelitian yang bertujuan untuk merealisasikan pemanfaatan energi baru terbarukan yang menjadi salah satu solusi dalam mengatasi kebutuhan listrik, penghematan energi fosil dan membantu dalam terwujudnya Peraturan Gubernur 45/2019 tentang Bali Energi Bersih. Penelitian ini melakukan Desain dan perhitungan dalam perancangan PLTS Atap Wantilan Desa Antosari. Perancangan PLTS dilakukan dengan memperhatikan dan memperhitungkan sudut kemiringan pada *Software Helioscope*, melakukan pendesainan penempatan modul panel surya, pendesainan inverter, mengkonfigurasi perangkaian, memperhitungkan banyak baterai yang digunakan, pemilihan *Battery Control Unit* dan perhitungan Investasi. Hasil dari simulasi pada *software helioscope* yaitu jumlah modul surya sebanyak 72 buah, dipasang pada sudut $14,95^\circ$ yang mampu menyuplai baterai yang berkapasitas 500Ah. Simulasi juga menentukan penggunaan inverter yang menggunakan inverter 4kW yang menghasilkan daya sebesar 3,6 kWp. Kemampuan modul surya yang terpasang dapat mengalirkan arus sebesar 97,56A sehingga kondisi *full charge* didapat selama 6 jam. Penelitian modal awal sebesar Rp. 201.400.000 dengan pengembalian Rp. 1.325.376,- perbulannya, sehingga pembiayaan pemasangan plts akan kembali pada tahun 2034 (13 tahun).

Kata Kunci : Energi, PLTS, BEP (*Break Even Point*)

ABSTRACT

The design of the solar power plant (PLTS) at the Antosari village wantilan is a research that aims to realize the use of new and renewable energy which is one of the solutions in overcoming electricity needs, saving fossil energy and assisting in the realization of Governor Regulation 45/2019 concerning Bali Clean Energy. This study carried out the design and calculations in the design of the PLTS Atap Antosari Village. The PLTS design is carried out by paying attention to and taking into account the tilt angle of the Helioscope Software, designing the placement of the solar panel modules, designing the inverter, configuring the circuit, taking into account the number of batteries used, selecting the Battery Control Unit and calculating the profit on investment. The results of the simulation on the helioscope software are the number of solar modules as many as 72 units, installed at an angle of 14.95o which can supply a battery with a capacity of 500Ah. The simulation also determines the use of an inverter that uses a 4kW inverter which produces a power of 3.6 kWp. The ability of the installed solar module to flow a current of 97.56A so that the full charge condition is obtained for 6 hours. Research initial capital of Rp. 201,400,000 with a return of Rp. 1,325,376, - per month, so that the financing for installing PLTS will return in 2034 (13 years)

Keywords : Energy, Solar Power Plant, Break Event Point.

1. Pendahuluan.

RUEN atau yang dikenal sebagai Rencana Umum Energi Nasional. Pedoman RUEN menetapkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai pembangkit yang menggunakan energi terbarukan. Indonesia menargetkan kapasitas PLTS nasional sebesar 6,5 GW pada tahun 2025 dan akan terus meningkat menjadi 45 GW pada tahun 2050.

Penerapan pembangkit listrik dengan energi terbarukan di Provinsi Bali saat ini masih terbilang kecil. Pemakaian energi terbarukan menyumbang sekitar 1% dari 7 MW, dengan pembagian pemasok listrik diantaranya 2,1 MW tenaga surya, 736 kW tenaga angin, 45 kW mikro hidro, dan 4,174 MW tenaga limbah / sampah.[1].

Beberapa contoh PLTS yang terdapat di Provinsi Bali yaitu PLTS Kayubih yang terletak di Kabupaten Bangli. Pemasangan sistem photovoltaic 1 MWp grid terhubung ke Desa Kayubih oleh Kementerian ESDM ini memiliki daya 1 MW dan terhubung dengan sistem 20 kV. Kedua yaitu PLTS 1 MW di Karangasem, PLTS Yeh yang menghasilkan energi listrik 15 kWp.[2]. Ketiga pemanfaatan atap gedung Puspem Badung untuk PLTS *rooftop*. Penelitian membuktikan sisi utara mampu memproduksi energi listrik terbesar yaitu 1.847.361 kWh/tahun dengan total energi listrik yang dapat dihasilkan 6.169.092 kWh/tahun. Energi yang dihasilkan setara dengan 124,72% dari konsumsi energi Puspem Badung sekarang ini [3].

Pemerintah Bali sudah menerbitkan Peraturan Gubernur 45/2019 tentang Bali Energi Bersih. Pergub ini menyatakan untuk mewujudkan Pulau Bali yang bersih, hijau dan indah, serta menjaga kesucian dan keharmonisan alam sesuai dengan visi *Nangun Sat Kerthi Loka Bali* maka perlu dibangun sistem energi bersih di daerah.

Penelitian ini dapat membantu dalam peran pembangkitan listrik di Provinsi Bali dan perancangan ini dapat dilakukan dikarenakan bangunan wantilan Desa Antosari memiliki potensi yang mendukung dalam perancangan PLTS, seperti luas atap yang mencukupi dalam penempatan modul.

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi potensi PLTS atap di bangunan wantilan Desa Antosari dan juga akan dilakukan Desain sistem PLTS atap wantilan milik Desa Antosari untuk memenuhi daya kurang lebih 3600 watt, dengan meliputi : Lampu TL 20x40w, Sound 4x500w, Lampu sorot LED 4x54w, dengan total 3016 watt.

2. Tinjauan Pustaka.

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya mengkonversikan cahaya matahari menjadi energi listrik. Konversi energi ini terjadi karena adanya sel photovoltaic (sel surya) yang terdapat pada panel surya. Sel surya terdiri dari silikon (Si) murni maupun hasil doping semikonduktor lainnya. Energi surya diperlukan pada PLTS untuk membangkitkan energi listrik DC yang akan diubah menjadi AC untuk digunakan pada beban rumah tangga. Penelitian ini menggunakan PLTS jenis *Crystalline Silicon*.

2.1.1. Crystalline Silicon

Sel pada *mono-crystalline* dibuat dengan batang silikon tunggal yang berbentuk silinder kemudian diiris tipis menjadi bentuk *wafers* dengan ketebalan dari tiap selnya sebesar 200-250 μm . Permukaan atas *mono-crystalline* dibuat alur-alur mikro (*microgrooves*). Tiap alur mikro yang telah dibuat ini bertujuan untuk memperkecil rugi-rugi pantulan. Keunggulan utama pada sel ini memiliki efisiensinya sebesar 14% - 17% dan lebih tahan lama sehingga dapat digunakan lebih dari 20 tahun.[4]

2.1.2. Charge Controller

Charge controller komponen sistem PLTS yang berfungsi mengatur arus yang masuk dan arus beban yang digunakan. Komponen ini berfungsi sebagai pengatur pengisian baterai agar tidak berlebih (*over charge*) dan mengatur tegangan serta arus dari panel surya yang disuplai ke baterai.[5]

2.1.3. Inverter

Inverter dibedakan menjadi 2 menurut penggunaannya diantaranya. inverter untuk sistem PLTS *grid-connected* dan inverter untuk sistem PLTS *stand-alone*. berikut penjelasannya:

- a. *Inverter* untuk sistem PLTS *stand-alone* harus mampu memberikan tegangan AC yang konstan, sehingga siap untuk dipakai beban.
- b. *Inverter* untuk sistem PLTS *grid-connected*. Inverter yang dapat menghasilkan kembali tegangan yang sama dengan tegangan jaringan di waktu yang sama. Tegangan yang dihasilkan kembali berguna untuk pengoptimalan dan meningkatkan keluaran energi yang dihasilkan modul surya.

2.2. Potensi Energi Surya di Indonesia

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis. Indonesia juga memiliki potensi energi surya yang sangat tinggi dikarenakan iklimnya. Data iradiasi matahari yang didapat berdasarkan pengujian di berbagai lokasi di Indonesia. Data iradiasi dapat dikelompokkan

berdasarkan wilayah, diantaranya wilayah barat dan wilayah timur. Penyinaran di wilayah barat Indonesia sebesar 4,5 kWh/m²/hari. Penyinaran di wilayah timur sebesar 5,1 kWh/m²/hari. Penyinaran wilayah barat dan timur memiliki rata-rata sebesar 4,8 kWh/m²/hari.

Tabel 1 Potensi Sumber Daya Surya di Beberapa Kota di Indonesia

No	Kota	Provinsi	Kadansi Rata-Rata (kWh/m ²)
1	Bandar Aceh	Aceh	4,1
2	Palembang	Sumatera Selatan	4,58
3	Magelang	Jawa Tengah	5,23
4	Kerinci	Lampung	4,15
5	Jakarta	Jakarta	4,19
6	Bandung	Jawa Barat	4,12
7	Lembang	Jawa Barat	5,15
8	Cianjur, Tanggulang	Jawa Barat	4,32
9	Durenrege, Bogor	Jawa Barat	2,58
10	Sempang, Tanggulang	Jawa Barat	4,43
11	Seputih	Jawa Tengah	5,49
12	Banjar	Jawa Timur	4,3
13	Karang, Yogyakarta	Yogyakarta	4,5
14	Diponegoro	Dki	5,28
15	Pangkal	Kalimantan Barat	4,35
16	Banjarmasin	Kalimantan Selatan	4,8
17	Banjarnegara	Kalimantan Timur	4,37
18	Samarinda	Kalimantan Timur	4,17
19	Manado	Sulawesi Utara	4,91
20	Pala	Sulawesi Tengah	5,51
21	Kupang	NTB	5,12
22	Waingapu, Sumba Timur	NTT	5,75
23	Maumere	NTT	5,7

2.3. Perencanaan PLTS

Perencanaan pengembangan sistem PLTS diperlukan perkiraan kebutuhan listrik yang dapat memberikan informasi kepada pembuat kebijakan. Perkiraan kebutuhan listrik dapat memberikan penurunan resiko pembangunan yang tidak dibutuhkan. Pemasangan PLTS sangat tergantung kepada iradiasi matahari. Perencanaan yang baik terdiri dari perhitungan area array, perhitungan daya yang dibangkitkan PLTS, perhitungan inklinasi dan orientasi modul surya, perhitungan sudut kemiringan modul surya, temperatur modul surya dan hubungan modul surya secara seri dan paralel.

2.3.1. Menghitung Area Array

Daya yang dibangkitkan PLTS (Watt Peak) untuk memenuhi kebutuhan energi dapat dihitung dengan persamaan-persamaan [6]. Area array dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{PV} \times TCF \times \eta_{out}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

E_L = Pemakaian energi (kWh/hari)

G_{av} = Insolasi harian matahari rata-rata (kWh/m²/hari)

η_{PV} = Efisiensi panel surya

TCF = *Temperature Correction Factor*

η_{out} = Efisiensi inverter

2.3.2. Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS

Besar daya yang dibangkitkan PLTS (*watt peak*) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.[7]

$$P \text{ (Watt Peak)} = \text{Area array} \times PSI \times \eta_{PV} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$P \text{ (Watt Peak)}$ = Daya yang dibangkitkan PLTS

PSI = *Peak Solar Insolation* (1000 W/m²)

η_{PV} = Efisiensi panel surya

2.3.3. Inklinasi dan Orientasi Modul Surya

Ketinggian maksimum Ketika matahari mencapai langit dapat dicari menggunakan persamaan berikut.

$$\alpha = 90^\circ - lat + \delta(N \text{ hemisphere}); 90^\circ + lat + \delta(S \text{ hemisphere}) \dots\dots(3)$$

Keterangan :

lat = garis lintang (*latitude*) lokasi instalasi PV module yang terpasang dalam setahun (derajat).

δ = sudut dari deklinasi matahari [23,45°].

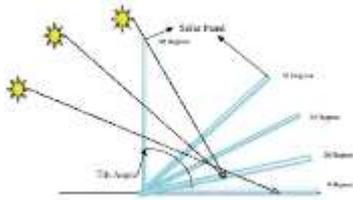
Sedangkan sudut yang harus dibentuk oleh PV module terhadap permukaan bumi (β), dapat diperoleh dengan :

$$\beta = 90^\circ - \alpha \dots\dots\dots(4)$$

Arah selatan (wilayah di utara khatulistiwa) dan arah utara (wilayah di selatan khatulistiwa) adalah arah yang tepat untuk menempatkan PV agar mendapatkan energi secara maksimum. Tujuannya agar PV module dapat tersinari dengan maksimal. Orientasi panel surya dapat ditunjukkan dengan sudut azimuth (γ).

2.3.4. Sudut Kemiringan Modul Surya

Arah sudut kemiringan PV ditempatkan mengarah pada garis khatulistiwa yang berguna untuk mendapatkan penyinaran maksimal sehingga energi listrik yang dibangkitkan juga didapatkan dengan maksimal. PV module yang terpasang di khatulistiwa (lintang = 0°) yang diletakkan mendatar (*tilt angle* = 0°), akan menghasilkan energi maksimum.



Gambar 1. Pemasangan PV Module dengan Sudut Kemiringan

2.3.5. Temperatur Modul Surya

Besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur di sekitar PV module mengalami kenaikan °C dari temperature standarnya dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}} = 0,5\% / ^\circ\text{C} \times P_{MPP} \times \text{kenaikan temperatur } (^\circ\text{C}) \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

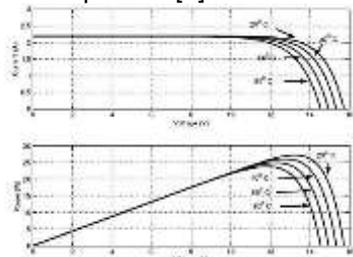
- $P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}}$ = Daya pada saat temperatur naik °C dari temperatur standarnya.
- P_{MPP} = Daya keluaran maksimum PV module.

Daya keluaran PV module pada saat temperturnya naik menjadi t°C dari temperatur standarnya diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{MPP \text{ saat naik menjadi } t^\circ\text{C}} = P_{MPP} - P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}} \dots \dots \dots (6)$$

$P_{MPP \text{ saat naik menjadi } t^\circ\text{C}}$ adalah daya keluaran PV module pada saat temperatur di sekitar PV module naik menjadi t°C dari temperatur standarnya.

Gambar 2 menunjukkan kurva nilai tegangan – arus dan daya terhadap perubahan temperatur [4].

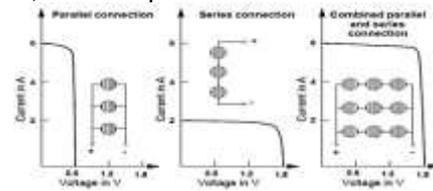


Gambar 2 Kurva I-V dan Daya Terhadap Perubahan Temperatur

2.3.6. Hubungan Modul Surya Secara Seri dan Paralel

Sebuah modul photovoltaic disusun dari beberapa sel photovoltaic yang dihubungkan secara seri yang dikarenakan, satu sel surya fotovoltaiik yang umum digunakan saat ini memberikan suatu tegangan sekitar 0,5 V. Hal ini jauh sangat rendah untuk pemakaian. Standar konfigurasi dari sebuah modul PV berisikan 36 atau 40 buah sel PV berdimensi 10 x 10 cm yang dihubungkan secara seri dengan tegangan 18 yang mana cukup untuk mengisi baterai yang berukuran 12 V. Gambar 3 menunjukkan bagaimana kondisi dari

tegangan dan arus jika modul dipasang secara parallel, seri dan parallel-seri.



Gambar 3. Konfigurasi PV Module

2.4. HelioScope

Folsom Labs mengembangkan Helioscope untuk menyederhanakan proses perancangan, rekayasa, dan penjualan array surya. dengan menggabungkan alat tata letak yang efisien dengan simulasi energi bankable, Helioscope membantu installer Solar meningkatkan kecepatan desain dengan 5x-10x. Helioscope memiliki Desain 3D untuk memastikan ketepatan pada gambar sehingga mengetahui adanya perubahan dalam mendesain.



Gambar 4. Tampilan Software HelioScope

2.5. Investasi PLTS Atap

Pembangunan PLTS atap memerlukan investasi yang cukup besar. Survei yang telah dilakukan terhadap sejumlah kontraktor PLTS yang berada di Bali didapat harga sebuah PLTS atap tergantung dari kapasitas daya yang dibangun, lokasi pemasangan, serta kondisi atap.

BEP (Break Event Point) dapat dicari dengan persamaan sebagi berikut :

$$BEP = \frac{\text{Biaya Tetap (Investasi)}}{\text{Total Sales} - \text{Biaya Variabel (Laba)}} \dots \dots (7)$$

3. Metode Penelitian

3.3. Tahapan Penelitian

- A. Melakukan observasi secara langsung ke wantilan Desa Antosari untuk mengetahui letak geografis yang berada di wantilan Desa Antosari.
- B. Mengumpulkan data-data penunjang penelitian, sebagai berikut :
 - a. Data profil beban di wantilan Desa Antosari.
 - b. Data intensitas radiasi matahari di lingkungan wantilan Desa Antosari.
- C. Melakukan penghitungan potensi PLTS di wantilan Desa Antosari dengan menghitung/mengukur luas atap menggunakan helioscope.
- D. Menentukan kriteria wantilan untuk dilakukan perancangan di Desain PLTS

atap dengan memperhatikan profil gedung dilihat dari indikator sebagai berikut : konsumsi energi bulanan, potensi atap wantilan, dan akses masyarakat ke wantilan.

- E. Memperkirakan unjuk kerja PLTS atap yang di Desain.
- F. Melakukan penghitungan kajian investasi PLTS atap yang dirancang dengan memperhatikan Permen ESDM No 49/2018.

3.2. Analisis Data

Dalam tahapan penelitian yang dibuat untuk penulisan skripsi, demikian alur dalam pembuatan penulisan skripsi pada gambar 4



Gambar 5. Diagram Blok Analisa

Gambar 5 membahas tentang Diagram Blok yang membahas analisa sebagai berikut :

- a. Pertama membahas tentang Identifikasi Lokasi dan letak geografis dari bangunan wantilan, Pengumpulan data yaitu berupa data profil beban wantilan Desa Antosari dan data intensitas radiasi matahari pada wantilan Desa Antosari, Menghitung Potensi PLTS Antosari dengan mengukur luas atap juga Menentukan kriteria pemilihan untuk dilakukan perancangan di Desain PLTS atap dengan memperhatikan profil wantilan dilihat dari indikator sebagai berikut : kebutuhan, arah/posisi atap, potensi atap wantilan, akses masyarakat ke wantilan.

Dilanjutkan dengan melakukan perancangan PLTS atap untuk wantilan Desa Antosari.

- b. Memperkirakan unjuk kerja PLTS atap yang di Desain.
- c. Menghitung kajian investasi PLTS atap yang dirancang dengan memperhatikan Permen ESDM No.49/2018.
- d. Terakhir dengan menarik kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Gambaran Umum Wantilan Desa Antosari

Wantilan Desa Antosari merupakan tempat diadakannya kegiatan masyarakat Desa Antosari dengan meliputi kegiatan; seminar, pagelaran seni dan acara musik. Wantilan Desa Antosari terletak di Jl. Raya Denpasar-Gilimanuk, Desa Antosari, Kecamatan Selemadeg Barat, Kabupaten Tabanan, Bali. Secara letak geografisnya berada pada titik koordinat -8,502022, 115,017912. Wantilan Desa Antosari memiliki luas bangunan sebesar 264 m² dengan tinggi bangunan 10,26 m.



Gambar 6. Wantilan Desa Antosari

4.2. Profil Energi Listrik dan Rekening Pembayaran Listrik Wantilan Desa Antosari

Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 28 tahun 2016 biaya tenaga listrik yang disediakan oleh PLN untuk Wantilan Desa Antosari termasuk dalam keperluan pelayanan sosial. Wantilan Desa Antosari memiliki daya sebesar 1300 VA dapat dikategorikan golongan tarif S-2 dengan biaya perKWH Rp. 840. Berikut data energi listrik pada Wantilan Desa Antosari yang dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Data Energi Listrik dan Rekening Pembayaran Wantilan Desa Antosari

No	Bulan Pemakaian	Pemakaian Kwh	Pembayaran Listrik
1	Jan - 2020	2190	Rp. 1.839,600
2	Feb - 2020	2318	Rp. 1.947,120
3	Mar - 2020	2089	Rp. 1.754,760
4	Apr - 2020	2200	Rp. 1.848,000
5	Mei - 2020	2109	Rp. 1.771,560
6	Jun - 2020	1921	Rp. 1.613,640
7	Jul - 2020	2561	Rp. 2.151,240
8	Ago - 2020	2008	Rp. 1.686,720
9	Sept - 2020	1516	Rp. 1.273,440
Total		18.912	Rp. 15.886.080

4.3. Perancangan PLTS Atap Wantilan Desa Antosari

Perancangan PLTS Atap Wantilan Desa Antosari menggunakan bantuan *software helioscope*. *Software helioscope* menggunakan 2 *input* yang diperlukan untuk mendapatkan Desain PLTS yang baik yaitu *mechanical*, dan *electrical* pada *helioscope*. Berikut tahapan menggunakan *helioscope*:

- a. Membuka *software browser*, pada penelitian ini menggunakan *browser google chrome* setelah itu cari *website*

www.helioscope.com untuk menuju web *helioscope*. Ketik *new project*, lalu masukan lokasi *project* untuk penelitian ini lokasi yang digunakan jalan Denpasar – Gilimanuk, Desa Antosari, Kecamatan Selemadeg Barat, Kabupaten Tabanan, Bali. Secara letak geografisnya berada pada titik koordinat -8,502022, 115,017912.

- b. Setelah klik *create new project* lalu bisa mendasain dari segi *mechanical* yang dimana berapa jumlah modul yang akan dipasang, dan pada *electrical* terdapat jenis *inverter* yang dipakai dan jumlah *inverter* yang dipakai.

4.3.1. Menentukan Sudut Kemiringan Atap di Software Helioscope

Penentuan sudut kemiringan panel surya pada Wantilan Desa Antosari menggunakan penyangga tipe tetap, sehingga untuk mendapatkan iradiasi optimal, orientasi PV *module* diarahkan menghadap utara

Untuk kemiringan PV *module* (β) ditentukan pertama kali mencari nilai ketinggian maksimum matahari dalam derajat (α) dengan menggunakan persamaan 3 yaitu:

$$\alpha = 90^\circ + \text{lat} - \delta$$

Keterangan

α = ketinggian maksimum matahari

lat = latitude (titik koordinat)

δ = konstanta (23,45°)

$$\begin{aligned} \alpha &= 90^\circ + 8,50^\circ - 23,45^\circ \\ &= 75,05^\circ \end{aligned}$$

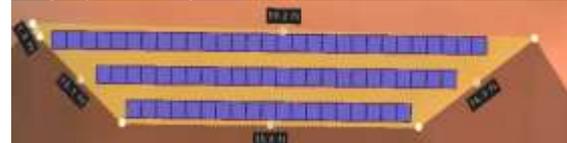
Sedangkan sudut yang harus dibentuk oleh PV *module* terhadap permukaan bumi (β), dapat diperoleh dengan persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \beta &= 90^\circ - \alpha \\ &= 90^\circ - 75,05^\circ \\ &= 14,95^\circ \end{aligned}$$

Jadi, kemiringan PV *module* optimal yang dipasang di Wantilan Desa Antosari sebesar 14,95°, hal ini kurang sesuai dengan modul surya di PLTS Atap di Wantilan Desa Antosari yang memiliki sudut kemiringan yang lebih besar dari sudut kemiringan optimal karena cenderung mengikuti sudut kemiringan atap, dimana sudut kemiringan modul surya di Wantilan Desa Antosari pada atap bagian atas sebesar 35°. Sudut kemiringan modul surya di Wantilan Desa Antosari mengikuti sudut kemiringan atap Wantilan, dimana sudut kemiringan atap di Wantilan Desa Antosari didapat dari pengukuran di *software helioscope*.

4.4. Desain Modul Surya Wantilan Desa Antosari Menggunakan Software Helioscope

Perancangan PLTS atap Wantilan Desa Antosari direncanakan dipasang pada atap mengarah ke utara. Saat memulai mendesain PLTS menggunakan *software helioscope* yang dilakukan pertama yaitu membuat garis pada atapnya setelah itu *input* modul yang akan digunakan, jenis pemasangan modul suryanya, tinggi bangunan, *azimuth*, dan sudut atap. Berikut gambar 7 merupakan Desain panel surya pada atap Wantilan Desa Antosari :



Gambar 7. Gambaran Desain Atap Wantilan Desa Antosari

Perhitungan pada *software helioscope* modul surya yang digunakan sebanyak 72 buah dengan modul surya yang digunakan yaitu Yingli Solar YL50C-18b 50 WP maka dapat dihasilkan kapasitas sebesar 3,6 kWp. Data masukan dalam *software helioscope* menggunakan masukan *system fixed tilt tracking*, tinggi gedung 10,26 m2 diubah ke satuan ft sebesar 33.66 ft, mempunyai azimuth 1,402° dan mempunyai kemiringan 35°.

4.5. Desain Inverter PLTS Atap Wantilan Desa Antosari Menggunakan Helioscope

Penentuan inverter pada PLTS atap Wantilan Desa Antosari dapat disimulasikan di *helioscope*. *Software helioscope* dapat berfungsi untuk mensimulasikan berapa banyak jumlah modul yang digunakan serta terdapat menu untuk *electrical* yang dapat melihat pengkawatan pada modul yang digunakan. Berikut Desain inverter pada perancangan PLTS atap Wantilan Desa Antosari.



Gambar 8. Konfigurasi Inverter yang digunakan

4.6. Konfigurasi Seri Paralel Modul Surya

Penelitian ini menggunakan modul surya tipe Yingli Solar YL50C-18b 50 WP yang memiliki open circuit voltage sebesar 22,9 Volt,

maximum power point voltage sebesar 18,5 Volt dan maximum power point current sebesar 2,71 A. Inverter yang digunakan pada perancangan ini yaitu tipe Sunny Island 6.0h (4kW) memiliki maximum input current inverter sebesar 60 A, minimum direct current input voltage inverter sebesar 41 V dan maximum direct current input voltage sebesar 63 V.

$$\text{minimal rangkaian seri} = \frac{V_{\text{input}}}{V_{OC}}$$

Rangkaian seri minimal :

$$\text{minimal rangkaian seri} = \frac{380}{22,9} = 16,5 = 16 \text{ unit}$$

Rangkaian seri maksimal :

$$\text{maksimal rangkaian seri} = \frac{480}{18,5} = 25,9 = 25 \text{ unit}$$

Rangkaian paralel :

$$\text{maksimal rangkaian paralel} = \frac{10}{2,71} = 3,6 = 3 \text{ rangkaian}$$

4.7. Pemilihan Baterai PLTS Wantilan Desa Antosari

Tabel 3. Spesifikasi Battery Perancangan PLTS Wantilan Desa Antosari

Weight (Kg)	45
Manufacturer	OPzV
Battery Material	abs
Battery Voltage (V)	2
Rated capacity	500 Ah
Charge Current	100 A
Max Discharge	5000 A

Berdasarkan spesifikasi baterai pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa tegangan nominal baterai sebesar 2 volt DC. Tegangan DC pada sistem PLTS sebesar 18,5 volt DC, sehingga baterai dirangkai seri sebanyak 24 buah pada masing – masing array bank dan dirangkai paralel antar array bank sehingga dapat mengalirkan arus input nominal ke inverter sebesar 100 A. Penelitian kali ini menggunakan 1 array bank baterai yang dimana tiap array bank memakai 24 buah baterai yang dirangkai seri sehingga mendapatkan tegangan sebesar 48 volt DC.

4.8. Pemilihan Battrey Control Unit

Battrey Control Unit sangatlah penting dalam sistem perencanaan PLTS dikarenakan fungsi dari alat ini untuk mengatur arus yang masuk dari panel surya ke battrey. Pemilihan Battrey Control Unit dapat dilihat dari seberapa besar arus yang dihasilkan dan tegangan

output yang dihasilkan dari alat tersebut. Spesifikasi battrey yang digunakan pada perencanaan ini sebesar 500 Ah. Battery Control Unit yang digunakan yang dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Spesifikasi Battrey Control Unit

Name Product	MPPT Solar Charge Controller SY48100A
Voltage Output	12V/ 24V/ 36V/ 48V
Current Output	100 A Max.

Dari spesifikasi Battrey Control Unit yang digunakan maka dapat dihitung lama pengisian battrey yang akan terjadi

$$\text{lama pengisian} = \frac{\text{kapasitas battrey}}{\text{output arus BUC}}$$

$$\text{lama pengisian} = \frac{500 \text{ Ah}}{97,56 \text{ A}}$$

$$\text{lama pengisian} = 6 \text{ hour}$$

4.9. Investasi Pada PLTS Atap Wantilan Desa Antosari

$$BEP = \frac{\text{Biaya Tetap (Investasi)}}{\text{Total Sales} \times 12}$$

$$BEP = \frac{Rp.201.400.000}{Rp.1.325.376 \times 12} = 13 \text{ tahun}$$

Dengan modal pembangunan PLTS sebesar Rp.201.400.000,- dan listrik yang dihasilkan 3,6 kW, jika asumsi banyak waktu pembangkitan daya dalam 1 hari mencapai 8 jam maka daya yang akan dibangkitkan sebesar 28,8 kW, dikarenakan nilai jual per kilowatt sebesar Rp.1.534,- (asumsi harga dari PLN) ketika dikonversikan sebagai rupiah menjadi Rp.1.325.376,- merupakan pendapatan yang diperoleh perbulannya.

Modal awal bila dibagi dengan hasil pengembalian akan menutup biaya modal selama 152 bulan atau selama 13 tahun, maka pembiayaan plts akan kembali pada tahun 2034.

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Simpulan yang didapat berdasarkan perancangan PLTS pada Wantilan Desa Antosari sebagai berikut:

1. Perancangan PLTS pada Wantilan Desa Antosari dengan menggunakan bantuan software helioscope. Panel surya ini dirangkai paralel sebanyak 24 buah 3 array dan dihubungkan secara seri sehingga berjumlah 72 panel. Penyuplaian daya oleh panel dibagi menjadi dua yaitu, sebagai baterai charger dan suplay ke beban secara

langsung, ketika baterai sudah keadaan full charge suplay daya akan dialihkan pada beban secara langsung dengan melewati inverter 4kW yang akan mengubah arus listrik DC menjadi AC terlebih dahulu yang dapat menghasilkan daya sebesar 3,6 kWp.

2. Battery Control Unit yang digunakan memiliki kemampuan maksimal menghantarkan arus sebesar 100 A. Lama pengisian baterai dengan arus 97,56A setelah diperhitungkan selama 6 jam.
3. Penentuan arah pemasangan panel surya pada Wantilan Desa Antosari menghadap arah Utara. Penentuan arah panel surya menghadap arah utara dikarenakan posisi geografis Indonesia yang mendapat sinar matahari paling optimal menghadap arah Utara.
4. Perancangan PLTS pada Wantilan Desa Antosari memiliki modal awal pemasangan sebesar Rp.201.400.000 dengan biaya pengembalian Rp.1.325.376,- perbulannya, sehingga pembiayaan pemasangan plts akan kembali pada tahun 2034 atau selama 13 tahun

6. Daftar Pustaka

- [1]. Arimbawa, P.A.R., Kumara, I.N.S., Hartati, R.S. 2016. Studi Pemanfaatan Catu Daya Hibrida PLTS 3,7 kWp dan PLN pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Desa Pemecutan Kaja Denpasar Bali. *Teknologi Elektro*. 15 (2) : 33-38
- [2]. Putra, I.G.A.A., Giriantari, I.A.D., Kumara, I.N.S. 2015. Studi Sistem Pengelolaan PLTS Pengelolaan PLTS 15 kW Stand Alone dengan Metode Kano di Dusun Yeh Mampeh Kabupaten Bangli. *Teknologi Elektro* 14 (1) : 11-15
- [3]. Pratama, I.D.G.Y.P., Kumara, I.N.S., Setiawan, I.N. 2018. Potensi Pemanfaatan Atap Gedung Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung untuk PLTS Rooftop. *E-journal Spektrum* 5(2) : 119-128
- [4]. ABB. 2010. Technical Application Papers No. 10 Photovoltaic Plants. Bergamo: ABB SACE.
- [5]. Gatot, A. W. 2014. "Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1920 Watt di Universitas Udayana Bukit Jimbaran" (skripsi). Denpasar: Universitas Udayana
- [6]. Nafeh, A.E.A. 2009. Design and economic Analiysis of a stand-alone PV System to Electrify a reamote area

Household in Egypt. *The Open Renewable Energy Journal* 2 : 33-37

- [7]. Pratama, I.D.G.Y.P., Kumara, I.N.S., Setiawan, I.N. 2018. Potensi Pemanfaatan Atap Gedung Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung