



ANALISIS DAN EVALUASI PERFORMA PLTS PENERANGAN AREA PARKIR PLTU SURALAYA

Rakhmawan Putra^{1*}, Benhur Nainggolan^{1*}, P. Jannus^{1*}

¹ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

*Corresponding author E-mail address: rakhmawan.putra.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik. PLTS merupakan salah satu solusi energi untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan. PLTU Suralaya merupakan salah satu pembangkit terbesar yang ada di Asia Tenggara. Dalam mendukung pemanfaatan energi terbarukan, PLTU Suralaya yang dikelola oleh PT PLN Indonesia Power memasang PLTS yang digunakan untuk penerangan area parkir mobil. Kinerja PLTS tersebut kurang optimal, sehingga perlu dilakukan analisis dan evaluasi terhadap PLTS yang terpasang saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan perhitungan kebutuhan beban dan perhitungan komponen-komponen PLTS sesuai dengan standar SNI 8395:2017 serta memberikan rekomendasi kepada klien atas hasil analisis dan evaluasi PLTS terpasang. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan melakukan observasi lapangan lalu pengumpulan data. Setelah itu menghitung kebutuhan komponen PLTS. Berdasarkan hasil perhitungan, terdapat beberapa komponen yang belum sesuai dengan kebutuhan. Jumlah modul surya seharusnya sebanyak 60 panel dengan spesifikasi 50 Wp, namun kondisi yang terpasang hanya 40 panel. Kebutuhan inverter yang tidak sesuai dengan kebutuhan. Kondisi terpasang saat ini menggunakan inverter dengan kapasitas 2000 Watt, seharusnya menggunakan inverter dengan kapasitas 3750 Watt. Posisi modul surya yang masih terdapat bayangan sehingga kami rekomendasikan untuk memindahkan posisi modul surya ke atap gedung administrasi.

Kata-kata kunci: PLTS, komponen PLTS, standar SNI, fotovoltaik

Abstract

Solar Power Plants (PLTS) are electricity generators that use solar energy to generate electricity. PLTS is one of the energy solutions for generating environmentally friendly electricity. The Suralaya Power Plant is one of the largest power plants in Southeast Asia. In supporting the use of renewable energy, the Suralaya Power Plant, managed by PT PLN Indonesia Power, has installed PLTS for parking lot lighting. The performance of the PLTS is less than optimal, so an analysis and evaluation of the currently installed PLTS is necessary. The goal of this study is to obtain load requirement calculations and calculations of PLTS components in accordance with SNI 8395:2017 standards, and to provide recommendations to clients based on the analysis and evaluation of the installed PLTS. The research method used is by conducting field observations and data collection, followed by calculations of PLTS components. Based on the calculation results, there are several components that do not meet the requirements. The number of solar panels should be 60 with a specification of 50 Wp, but only 40 panels are currently installed. The inverter requirement does not match the existing inverter capacity of 2000 watts, a 3750 watt inverter should be used instead. The solar panel location is still shaded, so we recommend moving the solar panel location to the administration building roof.

Keywords: solar power plant, components of solar power plants, SNI, photovoltaic

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi energi untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan. PLTS menggunakan energi dari sinar matahari dan diubah menjadi energi listrik melalui proses yang disebut efek fotovoltaiik. Pemanfaatan energi surya ini menjadi semakin penting karena semakin meningkatnya kebutuhan energi listrik di seluruh dunia serta semakin tingginya tingkat pemanasan global dunia. Energi surya dianggap sebagai sumber energi yang bersih dan terbarukan sehingga dapat membantu mengurangi dampak negatif dari penggunaan energi fosil seperti emisi gas rumah kaca dan polusi udara.

Pengembangan teknologi PLTS terus meningkat seiring dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya memanfaatkan sumber energi yang ramah lingkungan. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak negara di seluruh dunia telah memasang panel surya pada gedung-gedung perkantoran dan rumah-rumah penduduk sebagai salah satu alternatif sumber energi listrik yang lebih hemat dan ramah lingkungan.

PLTU Suralaya yang berlokasi di kota Cilegon, Propinsi Banten merupakan salah satu pembangkit terbesar yang ada di Asia Tenggara. Dalam mendukung pemanfaatan energi terbarukan, PLTU Suralaya yang dikelola oleh PT PLN Indonesia Power memasang PLTS yang digunakan untuk penerangan area parkir mobil. Selain mendukung program pemerintah mengenai pemakaian energi terbarukan, pembangunan PLTS ini juga memberikan keuntungan untuk pemakaian listrik di malam hari.

Dalam pengoperasiannya, PLTS ini terdapat keluhan dari personel pemeliharaan. Permasalahan tersebut yaitu kurang optimalnya kinerja PLTS penerangan area parkir PLTU Suralaya ini. Energi yang tersimpan pada baterai hanya mampu dipakai tidak lebih dari 6 (enam) jam untuk digunakan pada lampu penerangan area parkir.

Karena alasan tersebut, penulis tertarik untuk melakukan analisis dan evaluasi terhadap PLTS penerangan area parkir PLTU Suralaya tersebut. Harapannya setelah dilakukan analisis dan evaluasi, kinerja dari PLTS tersebut akan menjadi lebih optimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perhitungan Modul Fotovoltaiik

Kapasitas energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS adalah gabungan dari setiap komponen yang ada pada sistem tersebut. Daya maksimum (*wattpeak*) yang dapat dibangkitkan oleh sebuah sistem PLTS dapat dihitung dengan persamaan berikut ini [1]:

$$\text{Energi yang dihasilkan modul} = \text{Energi Beban} \times 130 \% \dots\dots\dots(2.1)$$

Safety factor sebesar 30% di atas merupakan asumsi rugi-rugi yang timbul pada PLTS, antara lain karena sistem yang digunakan merupakan sistem yang saat ini dipakai, sebagian besar peralatan menggunakan peralatan yang saat ini terpasang/peralatan lama, kehilangan daya karena suhu modul fotovoltaiik naik, lalu rugi-rugi pada sistem kelistrikan PLTS.

Setelah didapatkan total energi modul, maka menentukan rata-rata iradiasi harian terendah. Setelah mendapatkan data iradiasi harian terendah, dapat dihitung berapa kapasitas PV yang harus di sediakan dengan persamaan berikut ini [1]:

$$P_{total} = \frac{\text{Energi Modul}}{G_{avg}} \times G_{stc} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

G_{stc} = Irradiasi Matahari pada kondisi STC (W/m²)

G_{avg} = Irradiasi matahari rata rata dalam 1 hari

Untuk menghitung maksimum susunan seri maksimal pada modul fotovoltaiik (*off grid*) dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Maksimum Susunan Seri PV} = \frac{V_{dc \text{ Max (SCC)}}}{V_{oc \text{ (Modul PV)}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Untuk perhitungan seri minimal dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Minimum Susunan Seri PV} = \frac{V_{dc \text{ Min (SCC)}}}{V_{mpp \text{ (Modul PV)}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Untuk menghitung susunan paralel maksimal dapat dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Maksimum Susunan Seri PV} = \frac{I_{dc} (SCC)}{I_{sc} (\text{Modul PV})} \dots\dots\dots(2.5)$$

2.2. Perhitungan Kebutuhan Inverter

Inverter merupakan perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC). Pada PLTS, *inverter* mengkonversi arus DC dari perangkat seperti baterai dan *solar cell* menjadi arus AC.

Dalam menentukan jenis *inverter* yang akan digunakan dalam perencanaan PLTS, terlebih dahulu diketahui jenis modul fotovoltaik yang digunakan dan total *output* yang dihasilkan berdasarkan modul fotovoltaik tersebut. Untuk menghitung kapasitas inverter dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [1]:

$$\text{Kapasitas Inverter} = \text{jumlah modul PV} \times P_{max} \text{ PV} \dots\dots\dots(2.6)$$

2.3. Perhitungan Solar Charge Controller (SCC)

Solar charge controller (SCC) atau juga dikenal sebagai *battery charge regulator* (BCR) adalah komponen elektronik daya pada sistem PLTS untuk mengatur pengisian baterai dengan menggunakan modul fotovoltaik menjadi lebih optimal. Perangkat ini beroperasi dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari *array* modul fotovoltaik dan status pengisian baterai (SoC, *state of charge*).

Untuk menghitung jumlah kebutuhan SCC dalam suatu sistem PLTS, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$N_{sc} = \frac{\text{Total Wp}}{\text{Max Output SCC}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

N_{sc} = Jumlah SCC

Wp = Total Daya

Max output SCC = Nilai maksimum *output* SCC

2.4. Perhitungan Baterai

Baterai merupakan peralatan yang berfungsi untuk menyimpan energi yang dihasilkan modul fotovoltaik di siang hari dan digunakan ketika beban meningkat dan energi dari modul fotovoltaik tidak mencukupi untuk memasok energi. Kapasitas pada baterai umumnya dinyatakan dalam Ah (Amperemeter hour) contohnya untuk baterai dengan kapasitas arus 100 Ah, maka baterai tersebut dapat mencapai arus 100A dalam 1 jam. Besarnya kapasitas total baterai (Ah) yang dibutuhkan dalam suatu PLTS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [1]:

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times Eff \text{ Baterai}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

C = Kapasitas baterai

E_d = Konsumsi energi dalam sehari

N = Jumlah *Autonomus day*

V_s = Tegangan baterai

DOD = *Depth of Discharge*

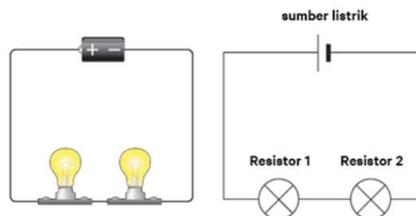
Untuk mengetahui jumlah seri dan paralel pada baterai dengan menggunakan persamaan berikut ini [1]:

$$n \text{ Seri Baterai} = \frac{V_s}{V \text{ spesifikasi Baterai}} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Paralel Baterai} = \frac{C}{Ah \text{ spesifikasi Baterai}} \dots\dots\dots(2.10)$$

2.5. Rangkaian Listrik

1. Rangkaian Seri



Gambar 2. Rangkaian seri

Pada rangkaian seri, nilai arus listrik yang mengalir besarnya akan sama setiap komponen dan dirumuskan dengan persamaan berikut ini [10]:

$$I_{\text{masuk}} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n = I_{\text{keluar}} \dots \dots \dots (2.11)$$

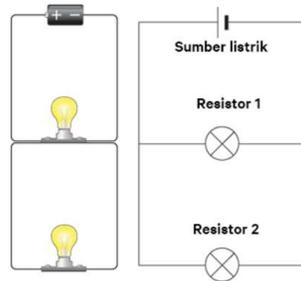
Apabila seluruh nilai tegangan yang ada di hambatan pada rangkaian seri dijumlahkan, nilainya akan sama dengan tegangan yang ada di sumbernya. Atau dengan kata lain dapat ditulis dengan persamaan (2.20) berikut ini [10]:

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \dots \dots \dots (2.12)$$

Nilai hambatan totalnya sama dengan jumlah dari seluruh hambatan yang ada di rangkaian. Dengan demikian dapat ditulis sesuai persamaan berikut ini [10]:

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \dots \dots \dots (2.13)$$

2. Rangkaian Paralel



Gambar 3. Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel adalah rangkaian listrik yang hambatannya disusun secara bertingkat/bercabang. Nilai kuat arus listrik yang diterima oleh hambatan 1 dan hambatan 2 tidak akan sama. Alhasil, kuat arus sumber energinya akan sama dengan jumlah dari seluruh kuat arus semua hambatan. Untuk persamaannya dapat dituliskan seperti di bawah ini [10]:

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \dots \dots \dots (2.14)$$

Nilai tegangan yang ada pada hambatan 1 dan hambatan 2 akan sama besarnya. Maka, persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut [10]:

$$V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = V_3 = V_n \dots \dots \dots (2.15)$$

Nilai untuk hambatannya dapat dituliskan seperti pada persamaan di bawah ini:

$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \dots \dots \dots (2.16)$$

Untuk menghitung nilai total daya, maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$P = V \times I \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat Arus (Ampere)

2.6. Sistem Proteksi

Untuk menentukan *rating fuse* yang digunakan pada sambungan SCC ke baterai dapat menggunakan persamaan berikut [1]:

$$I_{\text{fuse}} = ISCC \times 100\% \dots \dots \dots (2.18)$$

Untuk menentukan rating MCB pada sambungan SCC ke baterai dapat menggunakan persamaan berikut ini [1]:

$$IMCB = I_{\text{sc}} \times 1,25 \dots \dots \dots (2.19)$$

Untuk menentukan *rating fuse* yang akan digunakan pada sambungan *inverter* ke baterai dapat menggunakan persamaan berikut [1]:

$$I_{\text{fuse}} = I_n \times 1,25 \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana:

$I_{\text{fuse}} = \text{Rating fuse (A)}$

$ISCC = \text{Arus output maksimal SCC (A)}$

$IMCB = \text{Rating MCB (A)}$

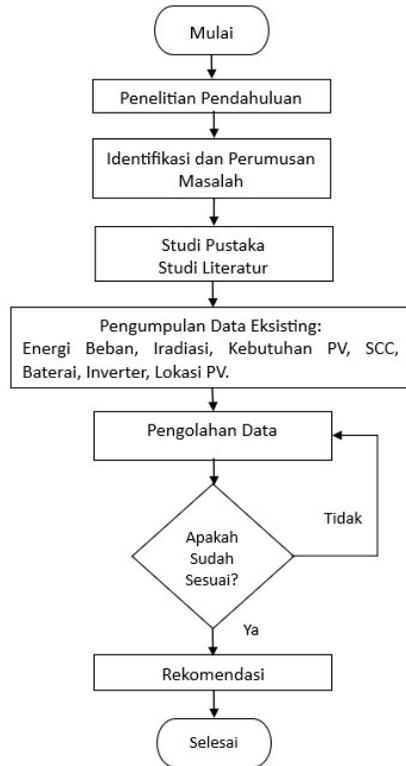
$I_n = \text{Arus input inverter (A)}$

Untuk menentukan *rating circuit breaker* (CB) pada sambungan *output* tiap *inverter* dapat menggunakan persamaan berikut ini [1]:

$$ICB = I_n \times 1,25 \dots\dots\dots(2.21)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir



Gambar 1 Diagram alir

Gambar 1 di atas merupakan diagram alir kegiatan penelitian ini dimulai dengan penelitian pendahuluan, termasuk di dalamnya latar belakang dilakukannya penelitian. Selanjutnya identifikasi dan perumusan masalah. Permasalahan yang ada yaitu kurang optimalnya kinerja PLTS penerangan area parkir PLTU Suralaya. Selanjutnya pengambilan data eksisting, menghitung kebutuhan beban, serta melakukan perhitungan terhadap kebutuhan komponen PLTS penerangan serta melakukan evaluasi terhadap posisi modul surya saat ini. Selanjutnya memberikan rekomendasi terhadap klien dari hasil analisis dan evaluasi terhadap PLTS penerangan.

3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian merupakan PLTS lampu penerangan area parkir mobil yang berada di PLTU Suralaya kota Cilegon, Propinsi Banten. Penelitian ini berfokus pada analisis performa dari PLTS penerangan tersebut yang saat ini kinerja kurang optimal. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis dan evaluasi terhadap komponen-komponen PLTS penerangan, posisi modul fotovoltaik, serta menghitung kajian ekonominya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Beban

Beban PLTS merupakan lampu penerangan dengan kapasitas 90 Watt sebanyak 7 buah. Untuk perhitungan beban pada PLTS diuraikan seperti persamaan di bawah:

$$\text{Energi Beban} = \text{Jumlah Lampu} \times \text{Daya Lampu}$$

$$\text{Energi Beban} = 7 \times 90 \text{ Watt} = 630 \text{ Watt}$$

Kebutuhan energi dalam 1 malam (asumsi pemakaian selama 12 jam) adalah sebagai berikut:

$$\text{Total Energi Beban} = \text{Energi Beban} \times 12 \text{ jam}$$

$$\text{Total Energi Beban} = 630 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} = 7.560 \text{ Wh} = 7,56 \text{ kWh}$$

Untuk energi surya minimumnya dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$\text{Energi Modul Surya Minimum} = \text{Energi Beban} \times sf$$

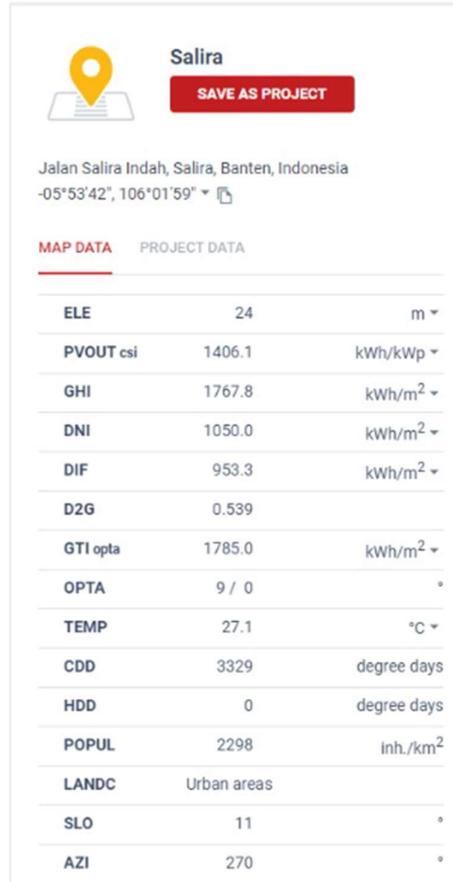
$$\text{Energi Modul Surya Minimum} = 7,56 \text{ kWh} \times 130\%$$

$$\text{Energi Modul Surya Minimum} = 9,828 \text{ kWh} \text{ dibulatkan menjadi } 10 \text{ kWh}$$

4.2. Iradiasi Rata-rata

Nilai iradiasi rata-rata tahunan diambil dengan menggunakan perangkat lunak *Solargis Prospect*. Data di bawah ini di ambil pada tanggal 18 Juli 2023.

Tabel 1. Iradiasi rata-rata tahunan



Salira		
SAVE AS PROJECT		
Jalan Salira Indah, Salira, Banten, Indonesia		
-05°53'42", 106°01'59"		
MAP DATA	PROJECT DATA	
ELE	24	m
PVOUT csi	1406.1	kWh/kWp
GHI	1767.8	kWh/m ²
DNI	1050.0	kWh/m ²
DIF	953.3	kWh/m ²
D2G	0.539	
GTI opta	1785.0	kWh/m ²
OPTA	9 / 0	°
TEMP	27.1	°C
CDD	3329	degree days
HDD	0	degree days
POPUL	2298	inh./km ²
LANDC	Urban areas	
SLO	11	°
AZI	270	°

Pada tabel di atas, dapat kita lihat untuk nilai iradiasi tahunan pada lokasi PLTS terpasang yaitu sebesar 1767,8 kWh/m². Untuk perhitungan nilai iradiasi rata-rata hariannya sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata iradiasi harian} = \frac{\text{Radiasi Dalam Setah}}{365 \text{ hari}}$$

$$\text{Rata - rata iradiasi harian} = \frac{1767,8}{365 \text{ hari}} = 4,84 \text{ KWh/m}^2$$

4.3. Energi Modul Surya

Selanjutnya menghitung total kebutuhan daya yang nantinya sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi dan jumlah modul fotovoltaik (PV) yang akan dipakai. Untuk perhitungannya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [1]:

$$P (\text{total}) = \frac{\text{Energi Modul Surya}}{G \text{ average}} \times G \text{ stc}$$

$$P (\text{total}) = \frac{9,828}{4,84} \times 1 = 2,031 \text{ kWp} \text{ dibulatkan menjadi } 3 \text{ kWp}$$

4.4. Kebutuhan Modul Surya

Modul yang dipakai menggunakan ukuran yang saat ini terpasang yaitu kapasitas 50 Wp. Berdasarkan perhitungan beban yang sudah didapat pada pembahasan sebelumnya, maka untuk kebutuhan jumlah panel PV yang seharusnya dapat kita hitung sebagai berikut:

Total daya = 3 kWp = 3000 Wp

Maka, untuk jumlah panel dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{3000 \text{ Wp}}{50 \text{ Wp}} = 60 \text{ Panel}$$

Jadi, total kebutuhan sebenarnya untuk modul surya yaitu sebanyak 60 panel. Jika dibandingkan dengan modul yang saat ini terpasang yaitu 40 panel, maka kebutuhannya masih kurang 20 panel.

4.5. Perhitungan Solar Charge Controller (SCC)

Pada perhitungan sebelumnya sudah didapat untuk nilai total daya yaitu sebesar 3000 Wp dan nilai maksimum *output* SCC yaitu sebesar 5200 Watt (spesifikasi terpasang). Dari nilai-nilai tersebut dapat kita hitung untuk kebutuhan SCC yang sebenarnya dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$N_{SCC} = \frac{\text{Total Wp}}{\text{Max Output SCC}}$$

$$N_{SCC} = \frac{3000 \text{ Wp}}{5200 \text{ Watt}} = 0,58 \text{ dibulatkan menjadi } 1 \text{ SCC}$$

Dengan hasil perhitungan di atas, maka jumlah SCC yang dibutuhkan jika menggunakan tipe SCC yang terpasang saat ini yakni SS-80C-MPPT yaitu sebanyak 1 buah SCC. Dengan hasil tersebut, maka jumlah SCC yang saat ini terpasang kelebihan jumlahnya yaitu 2 buah. Seharusnya hanya cukup dengan menggunakan 1 buah SCC saja.

4.6. Perhitungan Baterai

Kapasitas baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{N \times Ed}{Vs \times DOD \times Eff \text{ Baterai}}$$

$$C = \frac{2 \times 10000}{24 \times 0,8 \times 0,9} = 1851,85 \text{ Ah, dibulatkan menjadi } 1900 \text{ Ah}$$

Jadi, kapasitas baterai minimum yang dibutuhkan yaitu sebesar 1900 Ah. Selanjutnya menghitung jumlah baterai yang disusun secara seri. Spesifikasi baterai yang digunakan pada PLTS terpasang yaitu 2000 Ah dan 2 Volt. Untuk menghitung jumlah baterai yang disusun secara seri dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$n \text{ Seri Baterai} = \frac{Vs}{V \text{ spesifikasi Baterai}}$$

$$n \text{ Seri Baterai} = \frac{24}{2} = 12 \text{ baterai disusun seri}$$

Jadi, jumlah baterai yang dibutuhkan pada sistem PLTS yaitu sebanyak 12 buah yang disusun secara seri. Selanjutnya menghitung jumlah rangkaian baterai yang disusun secara paralel dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$n \text{ Paralel Baterai} = \frac{C}{Ah \text{ spesifikasi Baterai}}$$

$$n \text{ Paralel Baterai} = \frac{1900}{2000} = 0,95 \text{ baterai paralel, dibulatkan menjadi } 1$$

Jadi, jumlah baterai yang disusun secara paralel yaitu sebanyak 1 rangkaian paralel.

4.7. Perhitungan Inverter

Berdasarkan energi beban yang dibutuhkan, berikut perhitungan untuk nilai kapasitas *inverter* sebagai berikut [1]:

$$\text{Kapasitas Inverter} = W_{pv} + (25\% \times W_{pv})$$

$$\text{Kapasitas Inverter} = 3000 + (25\% \times 3000)$$

$$\text{Kapasitas Inverter} = 3000 + 750$$

$$\text{Kapasitas Inverter} = 3750 \text{ Watt}$$

Karena terdapat *safety factor* sebesar 125%, maka *inverter* yang di butuhkan seharusnya *inputnya* berkapasitas 3750 Watt. Berdasarkan perhitungan di atas, untuk spesifikasi *inverter* yang digunakan belum sesuai pada *inverter* yang terpasang saat ini karena kapasitas *inverter* hanya 2000 Watt. Seharusnya *inverter* menggunakan kapasitas 3750 Watt atau lebih.

4.8. Lokasi Modul Surya

Lokasi modul fotovoltaik yang saat ini terpasang berada di jalan menuju masjid PLTU Suralaya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Posisi modul PV ditempatkan tidak terlalu tinggi, sehingga pada saat siang hari area modul PV terdapat *shading* yang berasal dari pohon-pohon sekitarnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dari hasil pengamatan di lokasi modul PV, ditemukan adanya *shading* dari beberapa pohon besar

yang berada disekitar lokasi seperti pada Gambar 3. Pada foto tersebut diambil antara pukul 12.00 s.d. 14.00 WIB. Kondisi ini dikhawatirkan menjadi salah satu faktor penyebab kurang optimalnya performa modul surya.

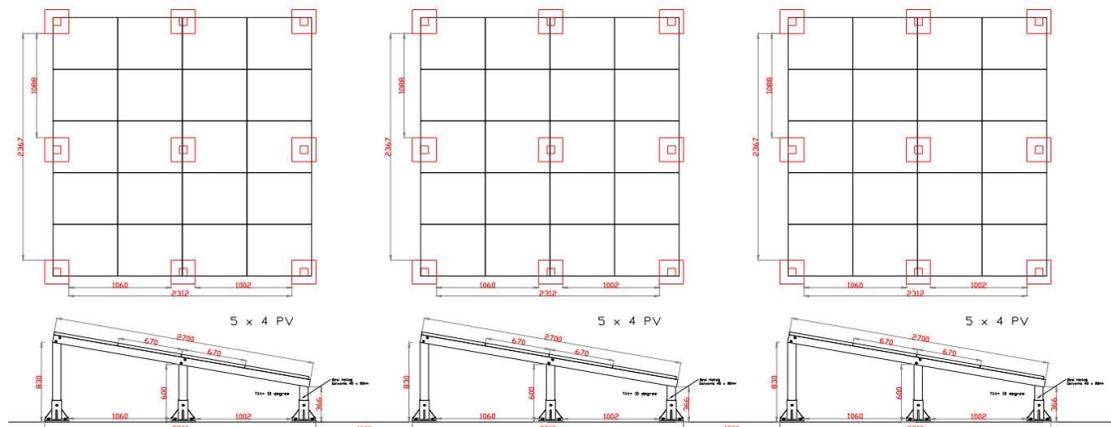


Gambar 2. Lokasi PLTS terpasang



Gambar 3. *Shading* pada modul surya

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, lokasi modul PV perlu dilakukan reposisi ke area yang lebih tinggi dan aman dari *shading*. Dengan begitu kinerja modul fotovoltaik akan lebih optimal, tidak ada *losses energy* yang diakibatkan oleh *shading*. Area yang memungkinkan sebagai tempat modul fotovoltaik yaitu atap gedung administrasi. Gedung administrasi memiliki atap yang cukup tinggi sehingga modul tidak akan terhalang oleh *shading* jika ditempatkan di atap gedung. Dengan demikian kinerja modul fotovoltaik akan lebih optimal. Atap gedung administrasi merupakan cor-coran dan memiliki luas area sekitar 10 meter x 95 meter, sehingga sangat memungkinkan untuk penempatan modul fotovoltaik yang memiliki dimensi 540 mm x 670 mm x 30 mm. Nilai iradiasi di atap gedung administrasi tidak berbeda jauh dengan posisi PLTS saat ini



Gambar 4. Struktur pemasangan modul surya

4.9. Kajian Kelayakan *Financial*

Rencana Anggaran Belanja (RAB) pada kegiatan ini sebesar Rp. 108.928.380. Untuk tabel *cash flow* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Cash flow

Years	Energy production	Tariff	Revenue	Cost	Keuntungan	Discount Factor	Cash Flow	Kumulatif Cash Flow	
0	2023	-	-	108,928,380	(108,928,380)	1.00	(108,928,380)	(108,928,380)	
1	2024	2,759	2,467	6,806,833	922,418	5,884,414.88	0.95	5,564,459	(103,363,921)
2	2025	2,759	2,541	7,011,038	922,418	6,088,619.86	0.89	5,444,501	(97,919,420)
3	2026	2,759	2,617	7,221,369	922,418	6,298,951.00	0.85	5,326,318	(92,593,102)
4	2027	2,759	2,696	7,438,010	922,418	6,515,592.06	0.80	5,209,936	(87,383,166)
5	2028	2,759	2,776	7,661,150	922,418	6,738,732.36	0.76	5,095,377	(82,287,789)
6	2029	2,759	2,860	7,890,985	922,418	6,968,566.86	0.72	4,982,660	(77,305,129)
7	2030	2,759	2,945	8,127,714	922,418	7,205,296.41	0.68	4,871,797	(72,433,332)
8	2031	2,759	3,034	8,371,546	922,418	7,449,127.83	0.64	4,762,801	(67,670,531)
9	2032	2,759	3,125	8,622,692	922,418	7,700,274.20	0.60	4,655,677	(63,014,855)
10	2033	2,759	3,219	11,521,373	922,418	10,598,954.97	0.57	6,059,814	(56,955,041)
11	2034	2,759	3,315	9,147,814	922,418	8,225,396.15	0.54	4,447,057	(52,507,984)
12	2035	2,759	3,415	9,422,248	922,418	8,499,830.57	0.51	4,345,560	(48,162,424)
13	2036	2,759	3,517	9,704,916	922,418	8,782,498.02	0.48	4,245,933	(43,916,490)
14	2037	2,759	3,623	9,996,063	922,418	9,073,645.50	0.46	4,148,170	(39,768,321)
15	2038	2,759	3,731	10,295,945	922,418	9,373,527.40	0.43	4,052,261	(35,716,059)
16	2039	2,759	3,843	10,604,824	922,418	9,682,405.76	0.41	3,958,196	(31,757,864)
17	2040	2,759	3,958	10,922,968	922,418	10,000,550.46	0.39	3,865,961	(27,891,902)
18	2041	2,759	4,077	11,250,657	922,418	10,328,239.51	0.37	3,775,544	(24,116,358)
19	2042	2,759	4,200	11,588,177	922,418	10,665,759.24	0.35	3,686,928	(20,429,431)
20	2043	2,759	4,326	14,575,822	922,418	13,653,404.55	0.33	4,463,067	(15,966,363)
21	2044	2,759	4,455	12,293,897	922,418	11,371,479.22	0.31	3,515,030	(12,451,333)
22	2045	2,759	4,589	12,662,714	922,418	11,740,296.13	0.29	3,431,712	(9,019,622)
23	2046	2,759	4,727	13,042,595	922,418	12,120,177.55	0.28	3,350,120	(5,669,502)
24	2047	2,759	4,868	13,433,873	922,418	12,511,455.41	0.26	3,270,234	(2,399,268)
25	2048	2,759	5,014	13,836,889	922,418	12,914,471.61	0.25	3,192,032	792,764
			Total	253,452,113.77	131,988,826.25	121,463,287.52			
							NPV :	792,764.10	
							IRR :	6.120314%	
							PP :	23.88 Tahun	
								286.53 Bulan	
								1241.62 Minggu	
								8715.22 Hari	

Dari tabel di atas dapat dilihat untuk nilai NPV, IRR, dan *payback period*. Dari hasil perhitungan didapat nilai sebagai berikut:

No.	Deskripsi Penilaian	Nilai	Keterangan
1	NPV	Rp. 792.764,10	Layak
2	IRR	6,120314%	Layak
3	<i>Payback Period</i>	23,88 Tahun	Layak

Dari hasil tersebut, untuk kegiatan proyek ini layak untuk dilaksanakan walaupun secara keuntungan (nilai NPV dan IRR) tidak mendapat keuntungan yang besar namun dengan pemasangan PLTS merupakan suatu bentuk dukungan terhadap pemerintah dalam mendukung pemanfaatan energi baru terbarukan.

5. KESIMPULAN

Permasalahan PLTS lampu penerangan area parkir mobil PLTU Suralaya yang saat ini sudah terpasang dikarenakan perencanaannya yang kurang tepat. Hasil dari evaluasi kami memperlihatkan beberapa komponen yang tidak sesuai dengan kebutuhannya, seperti yang kami uraikan di bawah ini:

a. Kebutuhan modul fotovoltaik

Berdasarkan perhitungan, diperoleh untuk kebutuhan beban 3 kWp dibutuhkan 60 modul surya. Sedangkan unit eksisting hanya 40 modul surya. Artinya ada kekurangan 20 modul, yang memungkinkan dapat berakibat pada kebutuhan beban/lampu untuk penerangan di malam hari tidak tercukupi.

b. *Solar Charge Controller* (SCC)

SCC yang terpasang saat ini melebihi spesifikasi (kebutuhan). Dengan daya yang dibutuhkan, seharusnya hanya membutuhkan 1 buah SCC dengan dengan kapasitas 2160 Watt. Namun yang terpasang saat ini kapasitas 5200 Watt sebanyak 2 buah. Namun itu bukan menjadi masalah untuk saat ini, hanya saja terlalu tinggi untuk spesifikasinya.

c. *Inverter*

Inverter yang digunakan pada PLTS eksisting belum sesuai. Spesifikasi inverter eksisting yaitu 2000 Watt seharusnya menggunakan inverter 3750 Watt.

d. Lokasi modul fotovoltaik

Untuk lokasi PV saat ini terdapat *shading*, sehingga perlu dilakukan reposisi ke tempat yang jauh dari *shading* sehingga energi yang dihasilkan akan optimal

REFERENSI

[1] Utomo, Harun Cahyo. 2020. "Perencanaan Charger Corner Untuk Gedung Laboratorium Konversi Energi Berbasis Energi Matahari". Depok: Politeknik Negeri Jakarta.

[2] Mardiansyah., Irfan., Karim, Saiful. 2023. " PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 100 KW PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNISKA MAB BANJARMASIN DENGAN SISTEM ON-GRID ". EEICT, vol. 6, No.1.

[3] Prasetyo, Budhi. 2020. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Type Solar Home System Dengan Kapasitas 400 WP". POLITEKNIK NEGERI SEMARANG.

[4] H. Z. Aulia, "PERENCANAAN PLTS ON-GRID PADA GEDUNG PJB ACADEMY CIRATA," STT PLN, 2019.

[5] B. Ramadhani, Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts. 2018.

[6] "HelioScope: Advanced Solar Design Software." <https://www.helioscope.com/> (diakses 8 Juli 2023).

[7] "PVsyst – Logiciel Photovoltaïque." <https://www.pvsyst.com/> (diakses juni-juli 2023)

[8] "Google earth." <https://earth.google.com/web> (diakses 5 juli 2023)

[9] "Epever :SHI series." <https://www.epever.com/upload/file/1909/EPEVER-Datasheet-SHI.pdf> (diakses 4 juni 2023)

[10] "Rangkaian Listrik: Pengertian Rangkaian, Rangkaian Paralel, Rangkaian Seri, Rumus dan Penerapannya." <https://akupintar.id/info-pintar/-/blogs> (diakses 5 juli 2023)