



Perencanaan Instalasi PLTS Rooftop Di Pos Security PT Qualis Indonesia

Harun Cahyo Utomo^{1*}, Budi Santoso¹, Haolia Rahman²

¹Program Studi Renewable Energy Skill Development, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author E-mail address: harun.cahyo.utomo.tn22@mhs.w.pnj.ac.id,

Abstrak

PT Qualis Indonesia memiliki masalah ruang penyimpanan yang melebihi kapasitas, dikarenakan setelah selesainya prosedur pengujian, pabrikan tidak menarik kembali sampel uji PT Qualis Indonesia telah menghimbau kepada pabrikan untuk menarik kembali sampel uji dan jika tidak ditarik kembali setelah waktu yang sudah ditentukan, maka PT Qualis Indonesia berhak untuk mendayagunakan solar panel tersebut. Salah satu rencana untuk mendayagunakan solar panel tersebut adalah untuk PLTS sebagai suplai energi listrik untuk pos security yang digunakan untuk keamanan akomodasi logistik, pegawai dan customer dari PT Qualis Indonesia. Perencanaan PLTS ini dilakukan dengan metode analitis, membandingkan efektivitas antara hasil perhitungan manual dengan PVsyst untuk memenuhi kebutuhan beban Tahunan pos security sebesar 4.231 kWh. Hasil dari analisis kebutuhan komponen PLTS untuk Pos Security adalah sebagai berikut : Untuk PLTS Rooftop Pos Security menggunakan 9 PV 570 Wp yang di susun seri merk JinkoSolar, 24 buah baterai dengan konfigurasi 4 seri 6 paralel total 600 Ah Merk Narada, 1 SCC 4,8 kW merk, dan 1 Battery Inverter 5,3 kW merk Victron yang memproduksi energi 7.469 kWh dalam setahun., Adapun untuk hasil dari perhitungan finansial nya adalah Payback Period selama 11,4 Tahun, NPV sebesar Rp. 417.059.609, IRR 18,73% dan ROI 529% serta Levelized Cost of Energy Rp. 759/kWh.

Kata-kata kunci: *PLTS, Rooftop, Pos Security, PV Bekas Uji*

Abstract

PT Qualis Indonesia has a problem with space in storage room that has exceeded capacity, because after the completion of the test procedure, the manufacturer does not immediately withdraw the PV test sample. PT Qualis Indonesia has advised the manufacturer to recall the test sample and if it is not recalled after a predetermined time, then PT Qualis Indonesia has the right to utilize the solar panels. One of the plans to utilize solar panels is to use them for PLTS as a supply of electrical energy for security posts which are used for security of logistics accommodation, employees and customers from PT Qualis Indonesia. The location of the research object is PT Qualis Indonesia's security post. This plan for PLTS is carried out to meet the needs of the annual security post load of 4,231 kWh. The results of the analysis of component requirements for PLTS for Pos Security are as follows: For PLTS Rooftop Pos Security uses 9 PVs with capacity of 570 Wp arranged in series with the JinkoSolar; 24 batteries arranged in a 4 series configuration 6 in parallel with a total of 600 Ah Brand Narada, 1 SCC with a capacity of 4.8 kW with the Schneider brand, and 1 Battery Inverter with a capacity of 5.3 kW brand Victron which is capable of producing 7,469 kWh of energy in a year. For the financial result, the payback period is 11.4 years, the NPV is Rp. 417,059,609, IRR of 18.73% and ROI of 529% and Levelized Cost of Energy Rp. 759/kWh.

Keywords: *Paper Format, Seminar PNJ, Proceeding*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber energi yang sangat besar karena berada di garis khatulistiwa dimana matahari menyinari sepanjang tahun. Indonesia yang disebut sebagai daerah tropis dimana Indonesia mendapatkan penyinaran matahari yang cukup selama 1 tahun penuh karena letak Geografis yang berada pada Garis Khatulistiwa dan secara Astronomis berada di 6° LU sampai 11° LS, dan 95° BT sampai 141° BT dengan Pancaran Sinar Matahari rata – rata 7 jam perhari dan puncak penyinaran matahari 4,5 jam perhari [1].

PLTS *Rooftop* adalah Sistem Pembangkitan Listrik bertenaga Matahari yang penerapannya di tempatkan di atas atap/konstruksi sebuah bangunan. Solar panel bekerja dengan memanfaatkan sinar matahari. Ketika sinar matahari mengenai permukaan dari solar panel, beberapa foton dari matahari diserap oleh atom semikonduktor untuk membebaskan elektron dari ikatan atom sehingga elektron dapat bergerak bebas. Perpindahan elektron inilah yang menjadi penyebab terjadinya arus listrik [2].

PT Qualis Indonesia merupakan lembaga sertifikasi dan penilai kesesuaian independen yang memiliki kompetensi utama salah satunya dalam bidang pengujian laboratorium. Salah satu produk yang diuji di PT Qualis Indonesia adalah solar panel. Laboratorium solar panel. PT Qualis Indonesia memiliki masalah dalam ruang penyimpanan yang telah melebihi kapasitas, dikarenakan setelah selesainya prosedur pengujian, pabrikan tidak langsung menarik kembali sampel uji. PT Qualis Indonesia telah menghimbau kepada pabrikan untuk menarik kembali sampel uji dan jika tidak ditarik kembali setelah waktu yang sudah ditentukan, maka PT Qualis Indonesia berhak untuk mendayagunakan solar panel tersebut.

Salah satu rencana untuk mendayagunakan solar panel tersebut adalah digunakan untuk PLTS sebagai suplai energi listrik untuk pos *security* dan penerangan jalan umum yang biasa digunakan untuk akomodasi logistik, pegawai dan customer dari PT Qualis Indonesia. Perencanaan PLTS ini di lakukan dengan metode analitis, membandingkan efektivitas antara hasil perhitungan manual dengan PVsyst. Karena alasan tersebut penulis membuat perencanaan instalasi PLTS *rooftop* di PT Qualis Indonesia agar solar panel yang sudah selesai dilakukan uji dapat dimanfaatkan dan menjadi berguna bagi PT Qualis Indonesia, serta mendukung pemerintah guna mencapai *net zero emission* pada tahun 2060. Perencanaan ini nantinya akan menggunakan bantuan *software* desain solar panel yaitu PVsyst versi 7.3.1.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Diagram Alur

Penelitian tentang Perencanaan Instalasi PLTS *Rooftop* dilakukan dengan Metode Analitis, yaitu mensurvei kebutuhan beban pada pos *security* untuk mendapatkan Kurva Karakteristik beban sehingga bisa di ketahui besaran kebutuhan daya untuk di gunakan sebagai acuan untuk melakukan *Sizing* dan Desain PLTS yang akan di gunakan sebagai sumber listrik bagi pos *security*, baik itu melalui perhitungan manual maupun dengan simulasi *Software PVsyst*, setelah di dapatkan hasil *system* PLTS yang optimal, maka di lakukan perhitungan finansial mengenai keuntungan dari *system* PLTS yang di rencanakan. Agar mempermudah pemahaman yang akan di lakukan penelitian ini, maka menggunakan diagram alur seperti pada gambar 1.

Gambar 1 adalah diagram alir yang menggambarkan tahapan penelitian ini dimulai dengan Penelitian Pendahuluan untuk mencari latar belakang di lakukan nya penelitian, lalu identifikasi dan perumusan masalah, diantaranya : Analisa kondisi atap, luas atap, dan potensi shading, Data Irradiasi di daerah tersebut dan kebutuhan beban dan komponen PLTS seperti inverter, sel surya, baterai, SCC lalu melakukan pengolahan data berupa perhitungan kebutuhan beban dan melakukan *sizing* komponen PLTS untuk pos *security* dengan acuan beban yang ada.

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Pemilihan Lokasi, Potensi Irradiasi dan Beban

Lokasi Penelitian

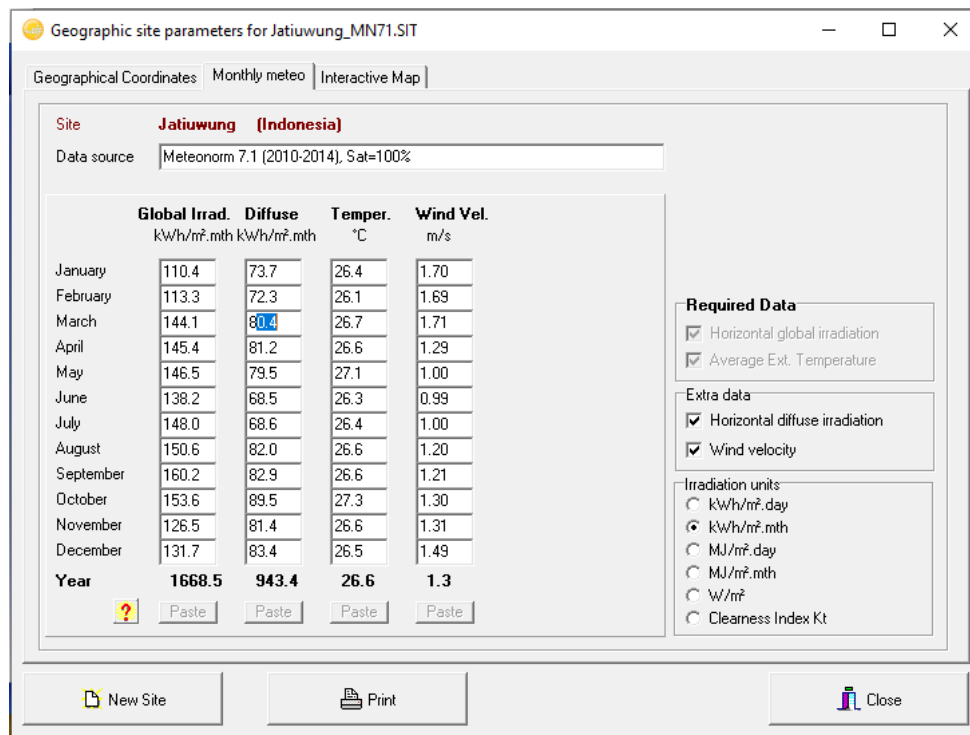
Lokasi Penelitian berada di Jl. Pajajaran No.17, RT.001/RW.003, Gandasari, Kec. Jatiuwung, Kota Tangerang, Banten dengan latitude -6.20 dan longitude 106.59



Gambar 2 Kondisi Pos Security

Seperti pada gambar 2, pos security terdapat pohon yang mampu menimbulkan potensi *shading* dan akan di potong ketika perencanaan ini di terapkan.

Potensi Irradiasi



Gambar 3 Potensi Radiasi

Berdasarkan gambar 3. Yang bersumber dari *PVSyst Geographical Meteosite* dan terkoneksi dengan *Meteonorm 7.1*, potensi Global Irradiasi di lokasi penelitian adalah sebesar 1668,5 kWh/m²/tahun, *Global horizontal irradiance (GHI)* adalah jumlah total iradiasi gelombang pendek yang diterima dari atas oleh permukaan horizontal ke tanah[9]. Sedangkan berdasarkan data milik *Weather Station* PT Qualis Indonesia adalah sebesar 1.442,54 kWh/m²/tahun, untuk *Diffuse Irradiation* total sebesar 943,4 kWh/m²/tahun, *Diffuse irradiance* merujuk pada jumlah radiasi matahari yang datang dari berbagai arah dan tersebar di permukaan tertentu[9]., temperature rata-rata sebesar 26,6° Celcius[9], Temperature adalah besaran fisika yang di gunakan untuk menyatakan panas/kalor pada sebuah objek [9], dan rata rata kecepatan angin sebesar 1,3 m/s, *Wind Velocity* adalah kecepatan angin yang mengalir dari tempat bertekanan tinggi menuju bertekanan rendah [9].

Beban

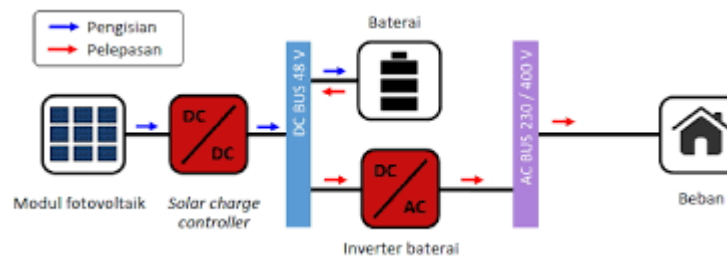
Beban rata rata harian Pos Security adalah sebesar 8,9 kWh dan pertahunnya adalah 4.231 kWh seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Beban Rata-rata harian Pos Security

Beban	Jumlah	Konsumsi Daya	Lama Pemakaian	Total Energi di Gunakan (Watt Hour)
Lampu	6	24 Watt	12 Jam	1728
Pompa Air	1	250 Watt	2 Jam	500
AC	1	736 Watt	6 Jam	4416
Kipas Gantung	1	50 Watt	24 Jam	1200
Kipas Dinding	1	45 Watt	24 Jam	1080
				8924

2.3. Komponen Sizing

Sebagai gambaran umum komponen yang digunakan, berikut ini menampilkan Gambar 2. konfigurasi sistem yang digunakan di dalam penelitian ini



Gambar 4 PLTS Off-Grid DC Coupling

Gambar 4. adalah konfigurasi sistem PLTS *Off-Grid DC Coupling* yang digunakan dalam penelitian ini, komponennya mencakup PV, baterai, SCC, dan baterai inverter dimana system utamanya berada system DC. Pemilihan komponen yang digunakan adalah dengan perhitungan secara manual dan membandingkan dengan aplikasi PVsyst. Untuk perhitungan secara manual di dapat dengan cara :

Penentuan Komponen PV

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:

$$\text{Energi yang di dihasilkan modul} = \text{Energi Beban} \times 130\% \quad (1)$$

Kapasitas PV yang harus di sediakan dengan persamaan berikut :

$$P_{total} = \frac{\text{Energi Modul}}{G_{avg}} \times G_{stc} \quad (2)$$

Adapun untuk menentukan jumlah maksimal PV yang akan di pasang dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah PV} = \frac{P_{total}}{P_{max PV}} \quad (3)$$

Penentuan Komponen SCC

Spesifikasi SCC ditentukan berdasarkan konfigurasi larik modul fotovoltaik, sistem tegangan yang dipakai, dan karakteristik baterai. Oleh karena itu, penting untuk memahami spesifikasi SCC agar tidak menyebabkan kerusakan pada komponen SCC maupun baterai.

$$N_{sc} = \frac{I_{sc}}{\text{Input Arus SCC maks}} \quad (4)$$

Atau

$$N_{sc} = \frac{\text{Total Wp}}{\text{Max Output SCC}} \quad (5)$$

Penentuan Kapasitas Baterai

Besarnya kapasitas total baterai (Ah) yang di butuhkan dalam suatu PLTS dapat di hitung dengan menggunakan persamaan:

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times \text{Eff Baterai}} \quad (6)$$

Penentuan Batterai Inverter

$$\text{Kapasitas Inverter} = W_{maks/beban} + (25\% * W_{maks/beban})$$

Atau dalam Artian Kapasitas *Inverter* memiliki *Rating* 125% dari Jumlah daya Beban.

Perhitungan Energi yang di hasilkan

Energi bersih yang di dihasilkan system merupakan energi yang di hitung berdasarkan performa dari tiap komponen berdasarkan Effisiensi, Radiasi Rata Rata dan Luasan Area dari PV. Adapaun rumus yang dapat di gunakan adalah persamaan

$$E = G_{av} \times \eta_{PV} \times \text{PV Area} \times \eta_{system} \quad (7)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Sizing Komponen PLTS

Berdasarkan perhitungan manual untuk sizing komponen PLTS yang di lakukan dengan acuan sbeban harian sebesar 8,9 kWh, di dapatkan hasil system PLTS Rooftop dengan kapasitas sebesar 4,5 kWp, Solar Charge Controller sebesar 4,8 kW, batterai dengan kapasitas 622 Ah dan Battery Inverter sebesar 5,6 kW serta energi yang di hasilkan system sebesar 5.228 kWh/tahun dengan perhitungan sebagai berikut :

- **Sizing PV**

$$\begin{aligned} \text{Energi yang di hasilkan modul} &= 8,9 \text{ kWh} \times 130\% \\ \text{Energi yang di hasilkan modul} &= 11,6 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Kapasitas PV yang harus di sediakan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} P_{total} &= \frac{11,6 \text{ kWh}}{3,56 \text{ kWh/m}^2} \times 1 \text{ kW/m}^2 \\ P_{total} &= 4,49 \text{ kWp} \end{aligned}$$

- **Sizing SCC**

$$N_{scc} = \frac{4,49 \text{ kWp}}{4,8 \text{ kWp}} = 1 \text{ buah SCC kapasitas } 4,8 \text{ kWp}$$

- **Sizing Batterai**

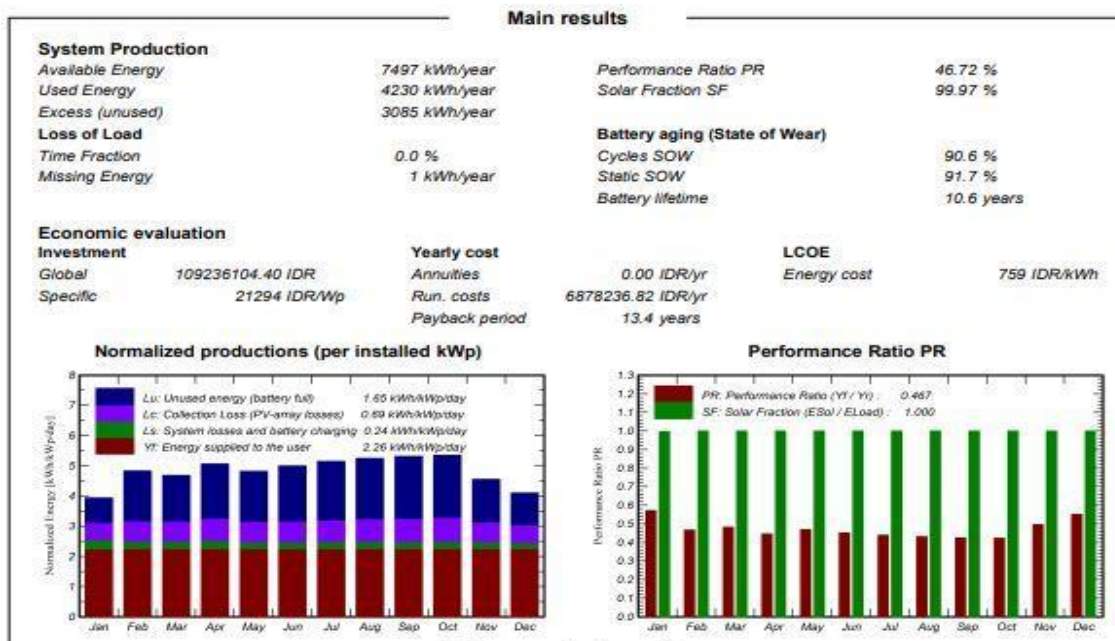
$$C = \frac{2 \text{ hari} \times 11.600 \text{ Wh}}{48 \times 80\% \times 97\%} = 622 \text{ Ah}$$

- **Sizing Inverter Batterai**

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Inverter} &= 4,5 \text{ kWp} + (25\%) \\ \text{Kapasitas Inverter} &= 5,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

- **Energi yang di hasilkan system**

$$\begin{aligned} E &= 3,56 \text{ kWh/m}^2/\text{hari} \times 20,85\% \times 20\text{m}^2 \times \left(\frac{96\%+97\%+96,5\%}{3}\right) \\ E &= 14,325 \text{ kWh/hari} \\ \text{Energi pertahun} &= 14,235 \text{ kWh/hari} \times 365 \text{ hari} \\ \text{Energi} &= 5.228 \text{ kWh} \end{aligned}$$



Gambar 5. Main Result

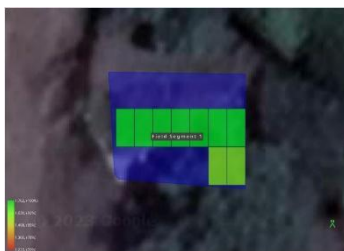
pada gambar 5, berdasarkan simulasi dari Software PVsyst di dapatkan bahwa system PLTS Rooftop dengan kapasitas 5,13 kWp, 1 Solar Charge Controller sebesar 4,8 kW, baterai dengan kapasitas 600 Ah dan Battery Inverter dengan kapasitas 5,3 kW serta energi yang di dihasilkan sebesar 7.497 kWh/tahun.

PV Array Characteristics	
PV module	
Manufacturer	Jinkosolar
Model	JKM570M-7RL4-V
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	570 Wp
Number of PV modules	9 units
Nominal (STC)	5.13 kWp
Modules	1 String x 9 in series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	4681 Wp
U mpp	360 V
I mpp	13 A
Controller	
Manufacturer	Schneider Electric
Model	Conext_MPPT_80_600 - 48V
Technology	MPPT converter
Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.
Converter	
Maxi and EURO efficiencies	96.0 / 94.1 %
Total PV power	
Nominal (STC)	5 kWp
Total	9 modules
Module area	24.6 m ²
Battery	
Manufacturer	Narada
Model	MPG 12V 100 E
Technology	Lead-acid, sealed, Gel
Nb. of units	6 in parallel x 4 in series
Discharging min. SOC	10.2 %
Stored energy	26.7 kWh
Battery Pack Characteristics	
Voltage	48 V
Nominal Capacity	600 Ah (C10)
Temperature	Fixed 20 °C
Battery Management control	
Threshold commands as	Battery voltage
Charging	54.9 / 50.2 V
Corresp. SOC	0.90 / 0.53
Discharging	45.5 / 48.9 V
Corresp. SOC	0.09 / 0.28

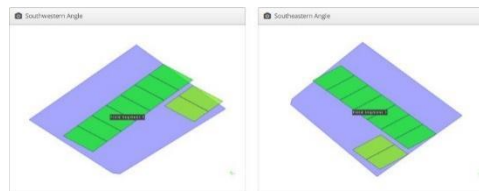
Gambar 6. PV Array Characteristic

Gambar 6 menjelaskan tentang PV Array Characteristic dari system yang di rekomendasikan berdasarkan Acuan tegangan, arus dan daya yang sesuai antara masing masing komponen.

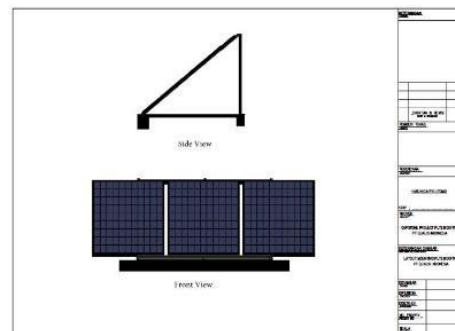
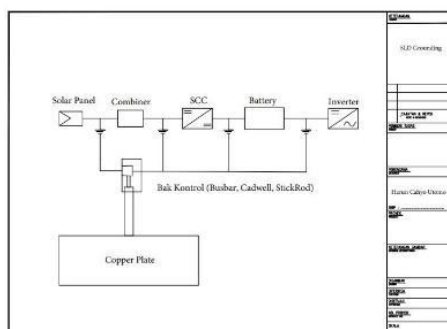
3.2 Design Layout System



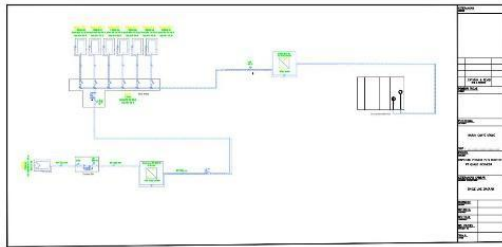
Gambar 7 PV Array Characteristic



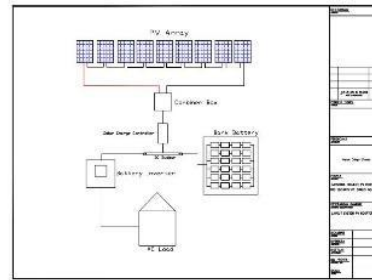
Gambar 8 Susunan PV array



Gambar 9 Single Line Diagram Grounding



Gambar 10 Bracket Mounting Design



Gambar 11 Single Line Diagram

Gambar 12 Layout Konfigurasi

3.3 Financial Result

Dari hasil system yang di dapatkan, maka dapat di lakukan perhitungan keuangan dengan acuan berupa pekerjaan sipil, pengadaan perangkat komponen PLTS, serta kebutuhan Elektrikal, maka di dapatkan hasil bahwa investasi yang di perlukan adalah sebagai berikut pada tabel 2 :

Tabel 2 Tabel

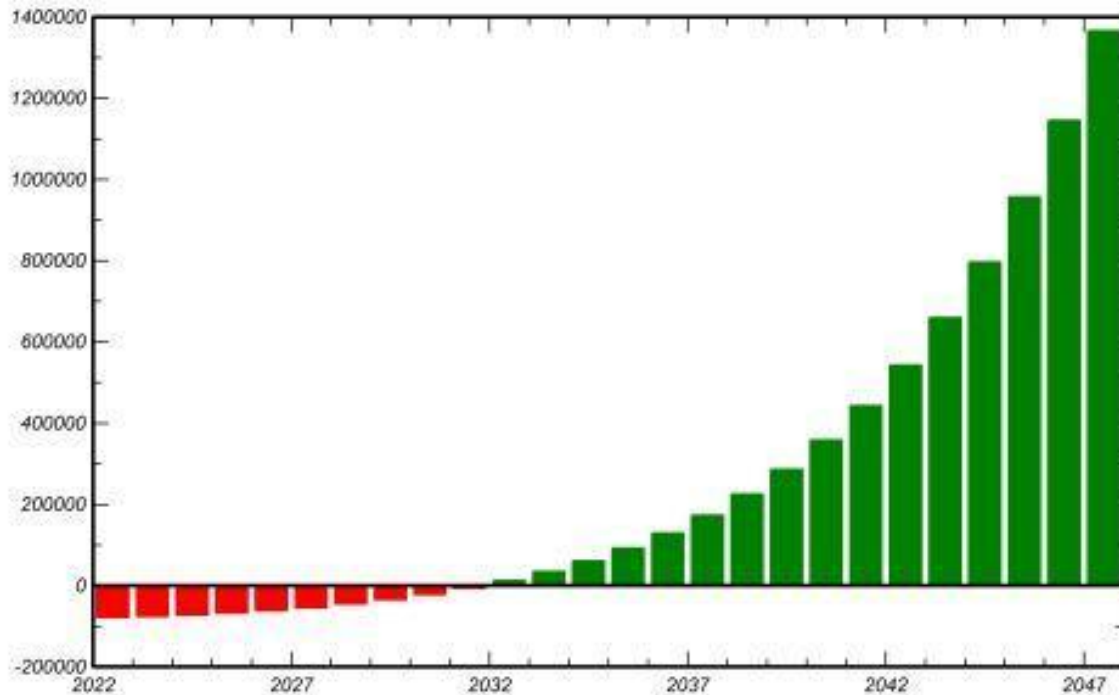
No	Deskripsi	TOTAL
1	RAB Sipil	Rp. 4.715.000
2	RAB Mekanik	Rp. 65.629.000
3	RAB Elektrikal	Rp. 9.576.534
TOTAL		Rp. 78.836.534

RAB

Dengan prakiraan umur Komponen PLTS selama 25 tahun, suku bunga tahun 2023 sebesar 5,75% dan inflasi asset inti sebesar 5,83%, battery replacement tiap 10,2 tahun, maka di dapatkan hasil berupa Payback Period selama 11,4 Tahun, NPV sebesar Rp. 417.059.609, IRR sebesar 18,73% dan ROI sebesar 529% serta Levelized Cost of Energy Rp. 759/kWh.

Tabel 3 Financial Analysis

Financial analysis					
Detailed economic results (IDR)					
Year	Own funds	Run. costs	Self-cons. saving	Cumul. profit	% amort.
0	78836534	0	0	-78836534	0.0%
1	0	3210000	6107705	-76096387	3.5%
2	0	3397143	7108148	-72777972	7.7%
3	0	3595196	8272462	-68822932	12.7%
4	0	3804796	9627492	-64167043	18.6%
5	0	4026616	11204475	-58739629	25.5%
6	0	4261368	13039768	-52462904	33.5%
7	0	4509805	15175681	-45251266	42.6%
8	0	4772727	17661458	-37010508	53.1%
9	0	5050977	20554405	-27636953	64.9%
10	0	5345449	23921216	-17016501	78.4%
11	0	5657089	27839512	-5023583	93.6%
12	0	5986897	32399624	8479991	110.8%
13	0	6335933	37706682	23646303	130.0%
14	0	6705318	43883037	40842724	151.6%
15	0	7096238	51071078	59653447	175.7%
16	0	7509949	59436521	80881181	202.6%
17	0	7947779	69172223	104549011	232.6%
18	0	8411134	80502633	130902450	266.0%
19	0	8901503	93688964	160211685	303.2%
20	0	9420461	109035216	192774066	344.3%
21	0	9969674	126895185	228916831	390.4%
22	0	10550906	147680616	269000114	441.2%
23	0	11166024	171870701	313420248	497.6%
24	0	11817003	200023122	362613408	560.0%
25	0	12505934	232786909	417059610	629.0%
Total	78836534	171955921	1616664833	417059610	629.0%



Gambar 13 Cummulative Cashflow

Gambar 13 menjelaskan tentang Cummulative cashflow pertahun berdasarkan acuan suku bunga Aset Inti BI, Interest Rate BI, Degradation Variative dan Aging Tools. Di dapatkan hasil Payback Period selama 11,4 Tahun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut kesimpulan dari penelitian dan analisis PERENCANAAN INSTALASI PLTS ROOFTOP DI POS SECURITY PT QUALIS INDONESIA :

- Untuk Projek PLTS Rooftop pada Pos Security, berdasarkan hasil Design dan Sizing berdasarkan acuan kebutuhan energi beban, dapat di simpulkan bahwa Sistem PLTS yang akan di pasang sebesar 5,13 kWp Off-Grid DC Coupling dengan Konfigurasi 9 PV 570 Wp merk Jinkosolar di susun secara seri, 1 SCC kapasitas 4,8 kW merk Schneider dengan nominal tegangan output sebesar 48V, Baterai sebanyak 24 buah merk Narada 12V 100 Ah dengan susunan 4 seri dan 6 paralel, serta 1 Battery Inverter merk Victron Quatro kapasitas 5,3 kW.
- Dari system ini di dapatkan bahwa kebutuhan energi pada beban mampu terpenuhi selama 1 tahun, dengan besaran Energy array sebesar 7.469 kWh, Energy yang di suplai ke beban sebesar 4.230 kWh dan energi yang tersimpan di baterai sebesar 3.084 kWh.
- Sedangkan berdasarkan hasil evaluasi Tekno-ekonomi pada PLTS Rooftop , di dapatkan bahwa Project ini menguntungkan dimana hasil berupa Payback Period selama 11,4 Tahun, NPV sebesar Rp. 417.059.609, IRR sebesar 18,73% dan ROI sebesar 529% serta Levelized Cost of Energy Rp. 759/kWh.

Berikut saran dari penelitian dan analisis PERENCANAAN INSTALASI PLTS ROOFTOP DI POS SECURITY PT QUALIS INDONESIA :

- Untuk penelitian selanjutnya di harapkan melakukan observasi terhadap beban tambahan yang ada di Pos Security PT Qualis Indonesia.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Qualis Indonesia atas keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah ini. Penulis juga berterima kasih kepada Muhamad Ari Hermawan, PV Modul Laboratorim Supervisor di PT Qualis Indonesia atas dikusinya yang bermanfaat.

REFERENSI

1. G. R. F. S. Sugeng Haryadi, "RANCANG BANGUN PEMANFAATAN PANEL SURYA SEBAGAI CHARGER HANDPHONE DI TEMPAT UMUM," *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, vol. 2, p. 7, 2017.
2. K. ESDM, "Program Strategis EBTKE dan Ketenagalistrikan," *Jurnal Energi*, vol. 02, p. 99, 2016.
3. Y. S. Soerjadi Wirjohamidjojo, Ed. "IKLIM KAWASAN INDONESIA (Dari Aspek Dinamik - Sinoptik)." Jakarta: BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA, 2010, p. 172.
4. S. d. M. Syukri, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," *Rekayasa Elektrika*, vol. 9, p. 4, 2010.
5. H. Z. Aulia, "PERENCANAAN PLTS ON-GRID PADA GEDUNG PJB ACADEMY CIRATA," *STT PLN*, 2019.
6. M. S. ing. Bagus Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya*
7. Dos & Don'ts, P. E. D. E. Indonesia, ed., Jakarta: Energising Development (EnDev) Indonesia, 2018, p. 277.
8. R. UMY, p. 32.(2018). PANDUAN STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK
9. TENAGA SURYA (PLTS) TERPUSAT [Online] Available:
<https://drive.esdm.go.id/wl/?id=LywF3lwAFv4vjOBJMVvoRkd03FxBwTJ2>
10. V. R. Kossi, "PERENCANAAN PLTS TERPUSAT (OFF-GRID) DI DUSUN TIKALONG KABUPATEN MEMPAWAH."
11. I. W. Yuan Perdana, Edi Yohanes, "PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ONGRID 5500 WATT DI RUMAH KOST AKADEMI," p. 8 Pages, 2018.