

Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya on Grid Pada Gedung Mal QBIG BSD City

¹Agus Setyawan, ²Arlewes Gulton, ³Ginda Simamora

^{1,2,3}Universitas Tama Jagakarsa, Indonesia

Email: agussetyawan0431@gmail.com, arlewesgultom61@gmail.com,

gindasimamora1963@gmail.com

Kata kunci:

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), On Grid, Kinerja PLTS, Mal QBIG BSD City, Kebutuhan energi Listrik, Energi terbarukan, Kapasitas modul surya, Analisis beban Listrik, Sistem PLTS komersial, Efisiensi energi

Keywords:

Solar Power Plants (PLTS), On Grid, PLTS Performance, QBIG BSD City Mall, Electrical energy requirements, Renewable energy, Solar module capacity, Electrical load analysis, Commercial PLTS systems, Energy efficiency

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah solusi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat. Penelitian ini berfokus pada analisis sistem PLTS On Grid yang terpasang di Gedung Mal QBIG BSD City. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi listrik gedung tersebut serta mengidentifikasi kapasitas dan kebutuhan beban yang diperlukan. Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data mengenai komponen utama dan konfigurasi sistem PLTS yang digunakan, diikuti dengan perhitungan kebutuhan beban listrik harian. Analisis dilakukan untuk menentukan kapasitas modul surya, inverter, dan komponen lainnya yang sesuai untuk mendukung operasional gedung. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem PLTS di Mall QBIG BSD City mampu menghasilkan energi listrik sebesar 2.2095 MWh per tahun, yang berkontribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan listrik Gedung. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran umum tentang proses dan kinerja sistem PLTS On Grid, serta dapat dijadikan referensi untuk pengembangan dan peningkatan sistem energi terbarukan di gedung-gedung komersial lainnya. Penelitian ini juga memberikan saran untuk optimalisasi dan perawatan sistem PLTS agar dapat beroperasi dengan efisien dan berkelanjutan.

ABSTRACT

Solar Power Plants (PLTS) are an alternative solution to meet the increasing need for electrical energy. This research focuses on the analysis of the On Grid PLTS system installed in the QBIG BSD City Mall Building. The aim of this research is to analyze the performance of PLTS in meeting the building's electrical energy needs and identify the required capacity and load requirements. This research began with collecting data regarding the main components and configuration of the PLTS system used, followed by calculating daily electricity load requirements. Analysis is carried out to determine the capacity of solar modules, inverters and other components that are suitable to support building operations. The analysis results show that the PLTS system at QBIG BSD City Mall is capable of producing electrical energy of 2,2095 MWh per year, which contributes significantly to meeting the building's electricity needs. The benefit of this research is that it provides a general overview of the process and performance of the On Grid PLTS system, and can be used as a reference for developing and improving renewable energy systems in other commercial buildings. This research also provides suggestions for optimizing and maintaining the PLTS system so that it can operate efficiently and sustainably.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Pertumbuhan populasi dan perkembangan teknologi menyebabkan meningkatnya permintaan energi listrik. Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, diperlukan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu solusi yang dapat diandalkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

PLTS memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi utama untuk menghasilkan listrik. Teknologi ini tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin menipis. Sistem PLTS On Grid, yang terhubung langsung dengan jaringan listrik utama, memberikan keuntungan dalam hal efisiensi dan penyimpanan energi yang dihasilkan.

Gedung Mall QBIG BSD City merupakan salah satu bangunan komersial yang telah menerapkan sistem PLTS On Grid. Implementasi ini bertujuan untuk mengurangi biaya operasional listrik serta mendukung inisiatif ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem PLTS On Grid yang terpasang di gedung tersebut, dengan fokus pada kapasitas produksi energi, kebutuhan beban listrik, dan efisiensi operasional.

Melalui hal ini, diharapkan dapat diperoleh data dan informasi yang komprehensif mengenai efektivitas PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di gedung komersial. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembangan dan implementasi sistem PLTS di gedung-gedung lainnya, serta memberikan saran untuk optimalisasi dan perawatan sistem agar dapat beroperasi dengan efisien dan berkelanjutan.

Sistem PLTS On Grid

PLTS on-grid adalah PLTS yang dapat beroperasi tanpa baterai, karena output listriknya disalurkan ke jaringan distribusi yang telah disuplai pembangkit lainnya, seperti jaringan PLN, sehingga sistem seperti ini tidak dilengkapi dengan baterai.

Sistem PLTS bagus untuk membagi beban atau mengurangi beban pada pembangkit lain ketika terhubung ke jaringan yang sama. Sistem PLTS yang sering dijumpai disebut On Grid atau Harvest Mode. Ketika sel surya dalam sistem PLTS menghasilkan daya lebih dari yang dibutuhkan, kelebihan daya tersebut dapat dikirim ke Jaringan Listrik Umum untuk membantu mengurangi beban pada pembangkit lain. Jenis sistem ini tidak memerlukan baterai, dan listrik yang dihasilkan dapat langsung digunakan. PLTS On-Grid merupakan sistem paling sederhana dan paling hemat biaya untuk pemasangannya. Namun, Sistem On-Grid ini tidak memberikan daya cadangan jika ada pemadaman pada Jaringan Listrik Umum. Apabila ingin melakukan pengoperasian dan atau perawatan sistem diharuskan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). Alat Pelindung Diri (APD) digunakan untuk perlindungan diri dari kecelakaan kerja. Contohnya seperti penggunaan Helm untuk melindungi kepala dari benturan dengan Modul Surya atau Protection Box, sarung tangan dan sepatu bersol melindungi diri dari sengatan listrikan kejut, selain itu perhatikan juga terkait:

- a. Listrik: Pastikan listrik tidak menyala ketika sedang melakukan instalasi dan/atau pemeliharaan sistem PLTS.
- b. Waktu: Untuk instalasi PV dilakukan pada pagi hari atau sore hari. Hindari melakukan perawatan modul surya pada siang hari dikarenakan tegangan dari modul surya dapat sangat tinggi.











Komponen Sistem PLTS On Grid

Sistem PLTS memiliki beberapa bagian untuk digunakan. Contoh susunan komponen PLTS ditunjukkan pada Gambar 1. dan penjelasan komponen tersebut terdapat pada Gambar 2.



Gambar 1. Penempatan Komponen PLTS Sistem On grid

Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Pada Gedung Mal QBIG BSD City

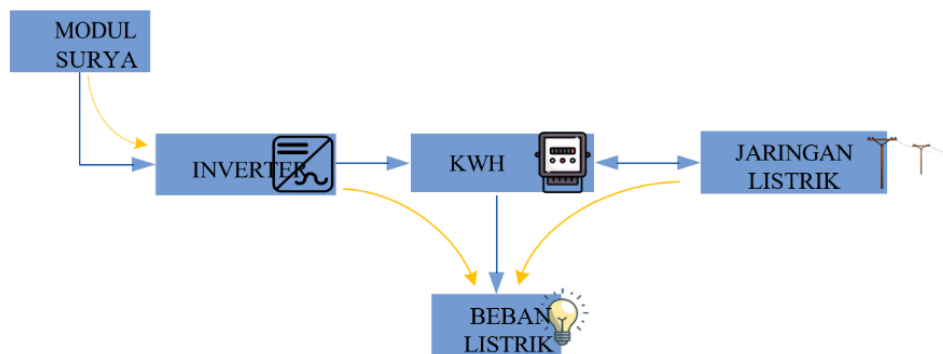
No	Nama Peralatan	Fungsi	
1	 Modul Surya	Modul Surya pada suatu rangkaian menghasilkan energi listrik yang kemudian di konversikan dan ditransmisikan ke sistem konversi tenaga (<i>Inverter</i>).	 Grounding Protection
2	 Inverter	<i>Inverter</i> (Sistem Konversi Energi) adalah alat yang digunakan sebagai pengubah tegangan ac menjadi DC) atau Modul Surya menjadi tegangan listrik bolak-balik (AC) untuk transmisi/distribusi pada penggunaan. <i>Inverter</i> umumnya memiliki fitur MPPT (Maximum Power Point Tracking) untuk mengontrol operasi sistem agar beroperasi efisien dalam memproduksi tenaga.	
3	 Panel Proteksi	Panel Proteksi (Protection Box), merupakan Panel Proteksi AC & DC. Sebagai panel proteksi proteksi dimana semua string modul surya dan string PV yang memiliki jalur masing-masing memiliki busbar sendiri.	
4	 Panel Hubsang	Panel Hubsang (Connection Box) merupakan panel proteksi untuk menggabungkan string bolak-balik yang dihasilkan dan <i>Inverter</i> ke Panel Distribusi Utama.	 Peralatan Pengukuran dan Perawatan Sistem PLTS
5	 Kabel DC Modul Surya (DC PV Cable)	Kabel DC Modul Surya (DC PV Cable) sebagai saluran transmisi bolak-balik DC dari output modul surya ke Panel Distribusi Utama.	
6	 Kabel Daya AC (AC Power Cable)	Kabel Daya AC (AC Power Cable) sebagai saluran transmisi bolak-balik AC dari output <i>Inverter</i> . Kabel Daya AC dibedakan menjadi dua jenis, yaitu NYY/SYVVP untuk pengaliran daya tenaga dan NYA untuk pengaliran tenaga.	 Sistem Monitoring
7	 KWH Meter Ekspor-Import	KWH Meter Ekspor-Import merupakan alat ukur yang bisa berfungsi sebagai pemantau jumlah energi yang dihasilkan dan konsumsi modul surya yang ditukarkan ke Jaringan Listrik serta mencatat jumlah energi yang dihasilkan dan konsumsi Listrik, dan tidak bisa diakses ke sistem SMI.	

Gambar 2. Komponen-komponen sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Cara Kerja Sistem PLTS On Grid

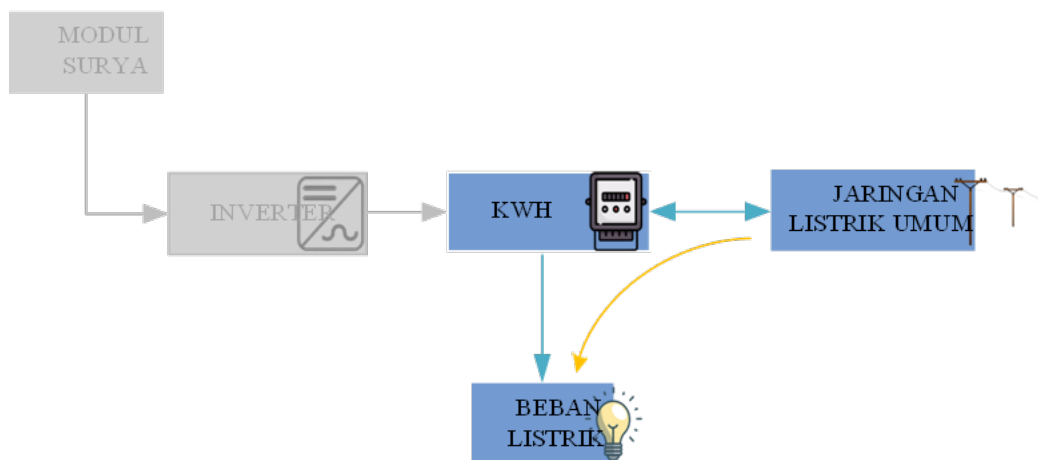
PLTS On-Grid atau Harvest Mode adalah sistem tenaga surya yang menggunakan rangkaian modul surya untuk menghasilkan listrik dari matahari. PLTS On-Grid ini tetap terhubung dengan Jaringan Listrik Umum dan mengoptimalkan energi dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik secara maksimal. Energi yang dihasilkan dari matahari secara langsung disalurkan ke beban yang terhubung ke jaringan, sehingga dapat dikatakan sistem On-Grid ini mampu mengoptimalkan penggunaan energi matahari, dengan tujuan mengurangi tagihan listrik.

Di lihat pada gambar 4.1, Ketika Pagi hari sampai Siang hari saat matahari masih terpancar sinarnya, Sistem On-Grid dapat langsung menyalurkan energi ke beban. Apabila penggunaan energi minim, Maka panel surya akan menghasilkan energi listrik yang berlebih dari kebutuhan harian, sehingga kelebihan listrik tersebut akan dikirim otomatis ke Jaringan Listrik Umum. Oleh sebab itu, PLTS On-Grid membutuhkan KWH Meter Ekspor-Import (EXIM) untuk bisa mengeksport kelebihan listrik yang dihasilkan ke Jaringan Listrik Umum. Kelebihan listrik tersebut nantinya dapat menjadi tabungan untuk mengurangi tagihan listrik.



Gambar 3. Sistem PLTS On Grid ketika adanya matahari

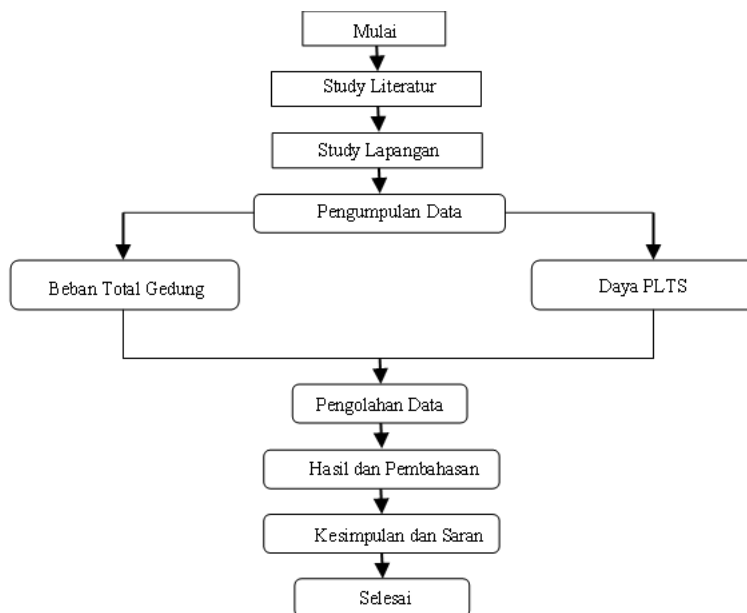
Pada Saat malam hari ketika kebutuhan beban tinggi dan panel surya tidak bekerja optimal (karena tidak ada matahari), Secara otomatis listrik yang berasal dari Jaringan Listrik Umum akan didistribusikan ke beban. Seperti pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4. Sistem PLTS On Grid Ketika Tidak ada matahari

METODE

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang saling berkaitan. Tahapan prosedur penelitian dimulai dari pengumpulan data sampai dengan kesimpulan penelitian. Penelitian dapan dilihat pada Gambar 5. diagram alur prosedur penelitian dibawah ini.



Gambar 5. Diagram Penelitian

Bahan

dihasilkan panel surya yang telah terpasang pada jaringan PLTS digedung tersebut. Dengan spesifikasi dari panel yang digunakan adalah sebagai berikut: Spesifikasi:

1. Solar Sell Tipe 320 Wp

- a. Sel Panel : Multicrystalline 156,75 mm x 156,75 mm
- b. Berat : 22,5 kg
- c. Dimensi : 1956 x 992 x 40 (mm)

Karakteristik panel

- a. Power : 320Wp
- b. Open Circuit voltage : 45,8 V
- c. Maximum power voltage : 37,1 V
- d. Short circuit current : 9,10 A
- e. Maximum power current : 8,63 A
- f. Encapsulated solar cell efficiency : 16,5 %
- g. Maximum system voltage : 1000 V DC
- h. Series fuse rating : 15 A
- i. Operating temperature : -40o to +85oC
- j. NOCT : 44oC ± 2oC
- k. Temperture coefficient of Isc : 0,05 % / oC
- l. Temperture coefficient of Voc : - 0,32 % / oC
- m. Temperture coefficient of Pm : - 0,41 % / oC

2. Inverter SUN2000-KTL

Spesifikasi General

- a. Dimensi : 930 x 550 x 283 mm
- b. Berat : 62 Kg
- c. Operating Temperatur : -25 oC - 60 oC

Input

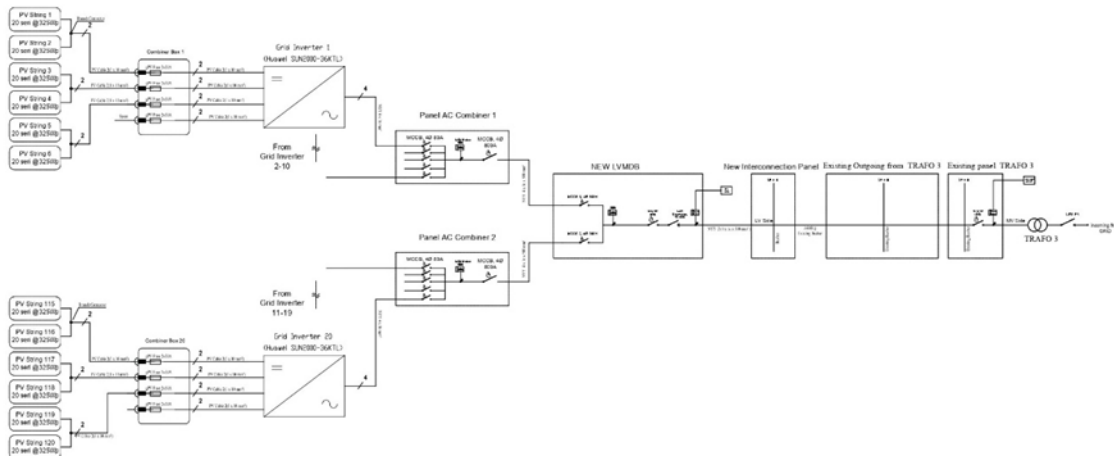
- a. Max. Input Voltage : 1100 V
- b. Max. Current : 22 A
- c. Max. Short Circuit : 30 A
- d. Start Voltage : 250 V
- e. Operating Voltage Range : 200 V – 1000 V
- f. Rated Input Voltage : 620 V

Output

- a. Rated AC Active Power : 36000 W
- b. Max. AC Apparent Power : 40000 VA
- c. Rated Output Voltage : 220 V / 380 V, 230 V / 400 V
- d. Rated AC Grid Frequency : 50 Hz / 60 Hz
- e. Rated Output Current : 54,6 A @380 V, 52,2 A @400 V
- f. Max. Output Current : 60,8 A @380 V, 57,8 A @400 V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa kinerja operasi sistem PLTS gedung Mal QBIG BSD City. Sistem pembangkit yang telah dijelaskan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 6. Wiring Diagram PLTS
(PLTS - SFA - 001 SINGLE LINE DIAGRAM SISTEM)

Dari gambar diatas dijelaskan bahwa komponen utama sistem PLTS adalah solar PV (photovoltaic) dimana pada pagi sampai sore hari permukaan PV dikenai cahaya matahari, maka akan menghasilkan pasangan elektron dan hole. Electron akan meninggalkan sel surya dan akan mengalir pada rangkaian

luar sehingga timbul arus listrik, susunan PV tersebut terpasang secara seri- paralel. Dimana terdapat 2400 PV yang dikombinasikan dan terdapat 120 group yang terpasang parallel dan setiap group terdapat 20 PV yang tersusun secara seri. Kombinasi hubungan seri paralel memiliki maksud agar dapat menghasilkan tegangan output dari kombainer 740 VDC, dimana tiap modul PV menghasilkan tegangan 37 VDC. Sehingga untuk mendapatkan tegangan output tersebut maka PV dihubungkan secara seri dengan perhitungan :

$$RS = 38 \text{ VDC} \times 20 \text{ PV} = 740 \text{ VDC}$$

Manajemen operasi system PLTS gedung QBIG BSD City, pola yang berjalan adalah :

1. Daya listrik yang dihasilkan PLTS disalurkan kebeban AC- Bus tegangan rendah.
2. System catu daya yang terpasang adalah sistem On Grid.

Kondisi PLTS gedung Mal QBIG BSD City

Pada gedung Mal QBIG BSD City terdapat system PLTS dimana didalam sytem tersebut terdapat beberapa komponen yang menunjang kerja sistem tersebut supaya dapat beroperasi dengan baik.

PLTS QBIG 1 dengan komponen pendukung sebagai berikut :

1. Panel surya = 2400 Pcs
2. 10

Pada saat ini sytem tersebut dapat menghasilkan daya keluaran sebesar : 2.401.779 watt/hari.

Perhitungan Kapasitas Dan Beban total PLTS

Langkah awal dalam perhitungan kapasitas PLTS di gedung Mall QBIG BSD City ini adalah penentuan beban harian dengan cara mendata seluruh peralatan yang menggunakan energy listrik. Data kebutuhan gedung dapat dilihat pada tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Data Kebutuhan Beban Per Hari

Deskripsi beban	Jumlah	Daya beban (watt)	Oprasi/hari jam	Energy/hari (watt-jam)
Pompa Chiller 1	1	0	8	0
Pompa Chiller 2	1	650.235	12	650.235
Pompa Chiller 3	1	652.790	12	652.790
DB. Specia Lighting	1	350.635	12	350.635
Pompa Chiller 4	1	157.841	12	157.841
Pt. IBS	1	32.032	24	768.768
DB. Hydrant	1	1.370	24	1.370

Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Pada Gedung Mall QBIG BSD City

Total	1.844.903	2.581.639
--------------	-----------	-----------

Sesuai pada table diatas bahwa jam 07.00 WIB adalah beban start saat PLTS dioperasikan, maka beban kebutuhan listrik yang ada di gedung Mall QBIG BSD City per hari adalah: 2.581.639 Wh.

Setelah dilakukan pengambilan data pada system PLTS yang terpasang di gedung Mall QBIG BSD City didapat besaran daya PLTS yang dihasilkan oleh system adalah sebesar 2.401.779 W/hari. Maka daya kebutuhan beban keseluruhan dikurangi dengan daya yang mampu dikeluarkan oleh kedua kelompok system PLTS.

$$= 2.581.639 \text{ Wh} - 2.401.779 \text{ W}$$

$$= 179.860 \text{ Wh}$$

Jadi, kekurangan daya yang harus dipenuhi adalah 179.860 Wh, maka dari itu untuk memenuhi kekurangan daya tersebut, kita harus melakukan penambahan komponen panel surya pada system.

Yield and Revenue Summary									
Statistical Period	Total String Capacity (kWp)	Global Irradiation (kWh/m ²)	Sun Hours (H)	Average Temperature(°C)	Theoretical Yield (kWh)	PV Yield (kWh)	Inverter Yield (kWh)	Total Yield (kWh)	Export (kWh)
2023 12 01	1126.13	4.23	9.67	14.15	4783.78	2363.06	2363.06	4835.03.73	1.54
2023 12 02	1126.13	3.63	11.25	13.71	4087.83	2229.87	2229.87	485733.6	0.97
2023 12 03	1126.13	3.81	9.67	13.26	4292.79	2364.29	2364.29	488097.89	0.46
2023 12 04	1126.13	3.31	10.58	12.68	3731.98	2059.35	2059.35	490157.24	0.63
2023 12 05	1126.13	3.17	8.92	12.04	3564.19	1966.14	1966.14	492123.38	0.7
2023 12 06	1126.13	3.74	9.92	11.99	4208.33	2322.16	2322.16	494445.54	0.52
2023 12 07	1126.13	3.75	10.58	13.01	4218.46	2331.2	2331.2	496776.74	0.43
2023 12 08	1126.13	5.5	10.33	14.09	6190.31	3290.54	3290.54	500067.28	0.45
2023 12 09	1126.13	3.02	9.92	11.22	3399.77	1885.82	1885.82	501933.1	0.53
2023 12 10	1126.13	5.41	10.25	14.4	6092.34	3276.56	3276.56	505229.66	0.69
2023 12 11	1126.13	4.77	11.08	13.52	5370.49	2853.67	2853.67	508083.33	0.43
2023 12 12	1126.13	5.77	9.33	14.46	6496.62	3413.38	3413.38	511599.11	0.37
2023 12 13	1126.13	5.2	11	13	5860.35	3242.49	3242.49	514841.6	1.16
2023 12 14	1126.13	5	11.17	14.18	5629.5	3084.24	3084.24	517925.84	0.56
2023 12 15	1126.13	6.66	11.5	15.71	7499.99	3885.23	3885.23	521811.07	0.62
2023 12 16	1126.13	3.4	7	12.14	3823.19	2024.91	2024.91	523835.98	0.7
2023 12 17	1126.13	6.09	10.25	15.23	6859.23	3399.08	3399.08	527435.06	0.72
2023 12 18	1126.13	4.66	9.75	13.96	5250	2858.66	2858.66	530293.72	0.58
2023 12 19	1126.13	3.69	10.08	13.75	4154.28	2266.14	2266.14	532559.86	1.05
2023 12 20	1126.13	5.56	11.33	15.03	6260.13	3252.6	3252.6	535812.46	0.72
2023 12 21	1126.13	4.45	9	13.46	5007.88	2699.23	2699.23	538511.69	0.66
2023 12 22	1126.13	3.33	10	11.68	3747.74	2103.63	2103.63	540615.32	1.25
2023 12 23	1126.13	2.89	10.58	11.57	3248.87	1867.02	1867.02	542482.34	0.87
2023 12 24	1126.13	3.07	10.42	11.88	3453.83	1942.08	1942.08	544424.42	0.55
2023 12 25	1126.13	2.21	10	10.04	2493.24	1438.95	1438.95	545863.37	1.39
2023 12 26	1126.13	1.88	8.83	9.5	2117.12	1208.81	1208.81	547072.18	1.1
2023 12 27	1126.13	3.35	10.08	9.99	3769.14	2160.74	2160.74	549232.92	0.68
2023 12 28	1126.13	2.86	10.42	9.26	3217.34	1851.22	1851.22	551084.14	1.45
2023 12 29	1126.13	2.63	9.75	10.45	2957.2	1685	1685	552769.14	0.91
2023 12 30	1126.13	1.85	10.08	10.08	2078.83	1190.95	1190.95	553960.09	0.72
2023 12 31	1126.13	2.38	9.33	9.96	2684.68	1538.13	1538.13	555498.22	1.61
						2401.779032	2401.779032		
						2.401.779			

Perhitungan Kapasitas, Jumlah Modul Surya dan Inverter

Kapasitas daya modul sel surya dapat diperhitungkan dengan memperhatikan beberapa factor, yaitu kebutuhan energy system yang diisyaratkan, insolasi matahari, dan factor penyesuaian. Kebutuhan energy system yang telah dihitung dalam bahasan sebelumnya, yaitu

sebesar 179.860 Wh. Dengan mengambil data insolasi terendah dikarenakan agar PLTS dapat memenuhi kebutuhan beban setiap saat.

Nilai solar radiation atau radiasi matahari adalah 1850 W/m². Maka untuk mendapatkan nilai insolasi matahari adalah dengan cara membagi nilai radiasi dengan lama penyinaran matahari selama sehari atau 10 jam, yaitu: 183,53W/m².

Factor penyesuaian pada kebanyakan instalasi PLTS di Indonesia adalah 1.1. Jadi kapasitas daya modul surya yang dihasilkan adalah:

$$= \frac{Et}{\text{Insolasi Matahari}} \times \text{faktor Penyesuaian}$$

$$= \frac{179.860 \times 1.1}{10} = 1.077 \text{ W}$$

$$= 183,53$$

Besarnya kapasitas daya modul surya yang terhitung adalah:

1.077 watt peak. Karena dipasaran tidak ditemukan kapasitas panel surya dengan kapasitas tersebut, maka kita menggunakan kapasitas panel surya dengan ukuran 325 WP.

Untuk menentukan jumlah solar panel yang di perlukan untuk meng hasilkan daya sebesar 179.860 Wh dapat digunakan rumus sebagai baga berikut:

$$\text{Jumlah panel surya} = 179.860 \text{ Wh} / (325 \text{ WP}) = 553 \text{ buah panel}$$

Sehingga penambahan jumlah panel yang diperlukan sebanyak 553 panel.

Untuk menentukan jumlah inverter yang di butuhkan agar dapat menghasikan daya sebesar 179.860 dengan menggunakan inverter 36 Kw dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Inverter} = 179,86\text{Kw} / (36 \text{ Kw}) = 4,9 \text{ Inverter}$$

Sehingga penambahan inverter yang di perlukan dengan pembulatan yaitu sebanyak 5 Inverter.

Perhitungan daya masukan dan daya keluaran panel surya

Sebagai contoh untuk mengetahui daya input dan daya output pada panel surya tersebut diambil data rata rata pada tanggal 2/12/2023. Data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan daya input dan daya output pada panel surya 325 WP, luas area panel surya 325 WP, tegangan arus terbuka (Voc), Arus rangkaian terbuka (Isc), tegangan maksimal (Vmp), dan Arus maksimal (Imp). Untuk tegangan maksimal dan arus maksimal pengambilan data dilakukan pada saat rangkaian tertutup. Untuk hasil daya input dan daya output dapat dilakukan metode yg sama dengan menggunakan data yang ada.

1. Perhitungan daya masukan, daya keluaran dan efisiensi panel 325 WP

jam	Kuat arus (A)	Tegangan (V)
09.00	001.8	40.91
10.00	001.8	39.61
11.00	001.7	39.51
12.00	001.8	32.93
13.00	001.7	37.65
14.00	001.7	37.48
	1.75 A	38.01 V

Gambar 7. Nilai Arus (A) Dan Tegangan (V) panel 325 WP

Dengan menggunakan tabel hasil perhitungan rata-rata Arus (A) dan Tegangan (V) data penelitian diatas maka dapat kita lihat hasil Daya input dan Daya output pada panel surya. Daya input dan daya output pada panel surya dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

1. Radiasi cahaya matahari (I_r) = 328,75 W/m²
2. Tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) = 38,01 V
3. Arus hubungan singkat (I_{sc}) = 1.75 A
4. Tegangan maximum power (V_{mp}) = 37,1 V
5. Arus masimum power (I_{mp}) = 8,63 A
6. Area panel surya = 1956 mm x 992 mm
= 1,94x106 mm²
= 1,94 m²

- a. Daya input adalah perkalian antara intensitas cahaya matahari yang diterima dengan luas permukaan panel surya dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{in} = I_r \times A$$

$$P_{in} = 328,75 \text{ W/m}^2 \times 1.94 \text{ m}^2 \\ = 637,77 \text{ W}$$

- b. Daya output adalah perkalian antara tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubungan singkat (I_{sc}), dan fill factor (FF) yang dihasilkan oleh sel photovoltaic dengan rumus sebagai berikut:

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{37,1 \times 8,63}{28,01 \times 1,75} = 4,81$$

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

$$P_{out} = 38,01 \text{ V} \times 1,75 \text{ A} \times 4,81$$

$$P_{out} = 319,9 \text{ W}$$

- c. Efisiensi adalah perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari radiasi matahari dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{in}}{P_{out}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{319,9}{637,77} \times 100\%$$

$$\eta = 50\%$$

KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang dilakukan pada pembangkit listrik tenaga surya pada gedung Mal QBIG BSD City didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya yang dihasilkan PLTS tidak mencukupi kebutuhan daya yang diperlukan oleh beban pada gedung:
 - a. Daya total yang dihasilkan PLTS adalah: 2.401.779 watt/hari
 - b. Daya total gedung adalah: 2.581.639 watt/hari
2. Supaya PLTS dapat menyuplai daya sesuai kebutuhan maka perlu dilakukan penambahan komponen:
 - a. panel surya sebanyak 553 keping
 - b. Penambahan Inverter sebanyak 5 Inverter

Terkait jaringan PLTS di Gedung Mal QBIG BSD City, beberapa hal perlu diperhatikan untuk memastikan kinerja optimal dan keamanan sistem. Pertama, penting untuk menjaga kebersihan area panel surya, mengingat kondisi di lapangan menunjukkan bahwa panel surya tertutup debu tebal dan sedikit berlumut di bagian bawah. Kedua, ruangan tempat inverter harus selalu dalam keadaan bersih dan bebas dari kebocoran. Kebocoran atap yang ditemukan di lapangan dapat membahayakan peralatan pada sistem panel surya.

Selanjutnya, rutin melakukan pengecekan pada jaringan sangat penting agar sistem dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh pihak pemasang. Selain itu, perlu diperhatikan kondisi walkway yang rusak di atap gedung. Walkway ini harus diganti untuk memastikan keamanan selama perbaikan atau pengecekan di atap gedung. Terakhir, penerangan yang memadai perlu disediakan untuk memfasilitasi perawatan pada malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

- B. B. S. D. A. Harsono, B. S. Munir, and N. W. Primbodo. (n.d.). "Lighting data mapping of West Java province," in 2017 International Conference on Electrical Engineering and Compute Science (ICECOS), Aug. 2017, pp. 300-304, doi:10.1109/ICECOS.2017.8167154 .

- BSN. (n.d.). "SNI 8395: 2017 Panduan Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) fotovoltaik," 2017.
- BSN. (n.d.). "SNI IEC 61427-1: 2018 Sel Dan Baterai Sekunder Untuk Penyimpanan Energi Terbarukan - Persyaratan Umum Dan Metode Uji - Bagian 1: Aplikasi Pada Fotovoltaik Off-grid (IEC 62116:2014,IDT)," 2014.
- BSN. (n.d.). "SNI IEC 62446-1: 2016 Sistem Fotovoltaik (PV) - Pesyaratan Untuk Pengujian Dokumentas Dan Pemeiharaan - Bagian 1: Sistem terkoneksi jaringan listrik - Dokumentasi, uji komisioning dan inspeksi (IEC 62446-1:2016+AMD:2018 CSV,IDT)." 2016.
- BSN. (n.d.). "SNI IEC 62446-1: Sistem Fotovoltaik Terhubung Ke Jaringan Listrik - Prosedur Uji Tindakan Pencegahan Islanding (IEC 62116:2014, IDT)," 2014.
- BSN. (n.d.). "SNI IEC/TS 61836: 2018 Sistem Energi Fotovoltaik Surya-Istilah,Definisi Dan Simbol (IECIEC/TS 61836: 2016,IDT)," 2018.
- BSN. (n.d.). "SNI IEC/TS 62257-7: 2018 Rekomendasi Sistem Untuk Energi Baru Terbarukan Dan Hibrida Untuk Elektrifikasi Pedesaan - Bagian 7:Generator (IEC/TS 62557-7: 2008,IDT),," 2018.
- hasnawiya, H. (26, 12 2022). Retrieved from perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau sugi: <https://core.ac.uk/download/pdf/25489720.pdf>
- I Wayan Teresna, I. N. (2 Agustus 2014). PENGUJIAN CHARGER MODUL SIMULASI SOLAR CELL UNTUK MENYUPLAI WARNING LIGHT. 39.
- PLN. (n.d.). "SPLN D3.002-3: 2012 Tentang Baterai Sekunder Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Persyaratan Umum dan Metode Uji,"2012.
- PLN. (n.d.). "SPLN D3.022-1: 2012 Tentang Kriteria Desain Modul Fotovoltaik Sel Kristal dan Thin Film Untuk PLLTS" 2012.
- PLN. (n.d.). "SPLN D3.022-2: 2012 Tentang Inverter Untuk PLTS," 2012.
- PLN. (n.d.). "SPLN D5.004-1: 2012 Tentang Power Quality (Regulasi Harmonisa, Flicker dan Ketidakseimbangan Tegangan)," 2012.
- PLN. (n.d.). "SPLN D5.005: 2012 Tentang Panduan Umum Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya,"2012.
- PLN. (n.d.). "SPLN D5.005-1: 2015 Tentang Persyaratan Teknis Interkoneksi Sistem Fotovoltaik (PV) Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah," 2015.
- PLN. (n.d.). "SPLN D6.001: 2012 Tentang Persyaratan Minimal Uji Komisioning dan Inspeksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya - PLTS," 2012.
- S. Rustemli and F. Dincer. (2011). Modeling of Photovoltaic Panel and Examining Effects of Temperature in Matlab/Simulink. 35-40.
- Sukmajati, S., & Hafidz, M. (JANUARI - MEI 2015). PERANCANGAN DAN ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA. 63.



work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License