

Perancangan PLTS Atap *On-grid* untuk Optimalisasi Kebutuhan Energi pada GOR Susi Susanti Kota Tasikmalaya

Ahmad Zaki¹, Sonki Prasetya^{1,2*}

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Center for Conversion, Conservation and Applied Renewable Energies (CARE), Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author E-mail address: sonkiprasetya@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Peningkatan kebutuhan energi listrik pada fasilitas publik mendorong pemanfaatan energi terbarukan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap. Penelitian ini bertujuan merancang sistem PLTS atap *on-grid* pada GOR Susi Susanti Kota Tasikmalaya berdasarkan profil beban listrik aktual. Metode penelitian meliputi studi literatur, survei lapangan, analisis profil beban, perhitungan teknis kapasitas sistem, serta simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst. Hasil analisis menunjukkan kebutuhan energi listrik sebesar 126,5 kWh/hari atau 33.067,2 kWh/tahun dengan beban puncak 13,582 kW. Berdasarkan nilai iradiasi matahari sebesar 4,25 kWh/m²/hari, diperoleh kapasitas sistem PLTS sebesar 37,2 kWp yang terdiri atas 60 modul surya berkapasitas 635 Wp dan inverter *on-grid* 36 kW. Hasil simulasi menunjukkan produksi energi tahunan sebesar 58.600 kWh dengan performance ratio 86,92%. Sistem yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan energi gedung secara optimal serta berpotensi mengurangi konsumsi listrik dari jaringan PLN dan mendukung implementasi energi terbarukan.

Kata-kata kunci: PLTS atap, PVsyst, energi surya, *on-grid*, profil beban.

Abstract

The increasing demand for electrical energy in public facilities has encouraged the utilization of renewable energy through rooftop photovoltaic (PV) systems. This study aims to design an *on-grid* rooftop PV system for GOR Susi Susanti Sports Hall in Tasikmalaya City based on the actual electrical load profile. The research employed a quantitative approach involving literature review, field survey, load profile analysis, technical system design, and performance simulation using PVsyst software. The results indicate that the building's electricity consumption reaches 126.5 kWh/day or 33,067.2 kWh/year, with a peak load of 13.582 kW. Based on a solar irradiation value of 4.25 kWh/m²/day, the required PV system capacity was determined to be 37.2 kWp, consisting of 60 photovoltaic modules rated at 635 Wp and a 36 kW *on-grid* inverter. The PVsyst simulation showed an annual energy production of 58,600 kWh with a performance ratio of 86.92%. The proposed system is capable of optimally supplying the building's electricity demand while reducing dependence on the utility grid and supporting the implementation of renewable energy.

Keywords: rooftop photovoltaic system, PVsyst, solar energy, *on-grid* system, load profile.

PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Pada tahun 2025, konsumsi listrik per kapita Indonesia mencapai 1.584 kWh/kapita [1]. Namun, pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) masih belum optimal, dengan capaian bauran EBT sebesar 15,75% yang masih berada di bawah target nasional 17–20%. Padahal, Indonesia memiliki potensi energi surya sebesar 3.294 GW, sementara kapasitas terpasang PLTS baru mencapai 1.494,1 MWp [2]. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan PLTS sebagai salah satu solusi pemenuhan kebutuhan energi yang berkelanjutan.

GOR Susi Susanti Kota Tasikmalaya merupakan salah satu fasilitas publik yang membutuhkan pasokan listrik cukup besar untuk mendukung kegiatan olahraga dan operasional gedung. Ketergantungan terhadap listrik jaringan berpotensi meningkatkan biaya operasional, sementara potensi energi surya pada area atap bangunan belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, penerapan PLTS atap menjadi alternatif yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Permasalahan utama yang dihadapi adalah tingginya konsumsi energi listrik gedung yang sepenuhnya dipasok dari jaringan PLN sehingga membebani biaya operasional, sementara potensi iradiasi matahari pada atap gedung belum dimanfaatkan sama sekali. Sejumlah penelitian terdahulu telah berhasil menerapkan PLTS atap *on-grid* pada gedung perkantoran dan kampus dengan *performance ratio* berkisar 76–82% serta penghematan tagihan listrik yang signifikan [3][4][5]. Penerapan PLTS atap pada fasilitas dengan beban besar juga terbukti mampu menekan biaya operasional sekaligus mengurangi emisi karbon [6]. Selain pada gedung perkantoran dan kampus, perancangan PLTS berbasis kebutuhan energi harian juga telah diterapkan pada fasilitas komunitas sebagai dasar penentuan kapasitas modul surya dan komponen sistem lainnya [7]. Namun, perancangan tersebut umumnya belum berangkat dari profil beban aktual fasilitas olahraga yang bersifat fluktuatif. Apabila kekurangan ini tidak ditanggulangi, kapasitas sistem yang dirancang berisiko tidak sesuai dengan karakteristik beban sehingga energi surya tidak terpakai optimal dan biaya operasional gedung tetap tinggi.

Project ini berfokus pada kebutuhan energi listrik GOR Susi Susanti Kota Tasikmalaya yang bersifat fluktuatif mengikuti aktivitas dan jadwal penggunaan fasilitas, sehingga memerlukan perencanaan sistem penyediaan energi yang sesuai dengan karakteristik bebannya. Pemanfaatan PLTS atap *on-grid* dipilih sebagai salah satu alternatif untuk mendukung kebutuhan listrik dengan memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia pada area atap gedung. Dengan demikian, *project* ini diarahkan pada perancangan sistem PLTS atap *on-grid* berdasarkan profil beban listrik aktual GOR Susi Susanti Kota Tasikmalaya untuk mendapatkan konfigurasi sistem yang optimal, efisien dalam memenuhi kebutuhan energi, serta tetap terintegrasi dengan jaringan listrik eksisting. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem PLTS atap *on-grid* pada GOR Susi Susanti Kota Tasikmalaya berdasarkan profil beban listrik aktual, menentukan kapasitas dan konfigurasi komponen sistem yang optimal, serta mengevaluasi kinerjanya melalui simulasi PVsyst sebagai upaya mengurangi konsumsi listrik dari jaringan PLN.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang didukung oleh studi literatur, survei lapangan, dan simulasi untuk merancang serta menganalisis sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap *on-grid* pada GOR Susi Susanti. Tahap awal dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pengelola gedung untuk memperoleh data teknis, seperti kondisi atap, potensi area pemasangan, serta profil konsumsi energi listrik. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori dan acuan perancangan berdasarkan pedoman resmi dan penelitian terdahulu yang relevan [8][9]. Penyusunan profil beban sebagai dasar penentuan kapasitas sistem mengacu pada pentingnya karakteristik beban dalam perancangan PLTS atap agar sistem tidak mengalami kelebihan maupun kekurangan suplai, sebagaimana ditekankan pada penelitian terdahulu. [10]

Data yang diperoleh kemudian digunakan dalam proses perancangan sistem, meliputi penentuan kapasitas PLTS, jumlah modul, dan konfigurasi inverter berdasarkan perhitungan teknis. Evaluasi kinerja sistem dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst dengan memasukkan parameter lokasi, iradiasi, spesifikasi komponen, serta profil beban listrik. Hasil simulasi dianalisis dan dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis untuk menilai akurasi dan performa sistem. Proses ini dilakukan secara iteratif hingga diperoleh desain yang optimal, yang kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan dan memberikan rekomendasi teknis terkait implementasi PLTS atap [11][12][13].

Lokasi GOR Susi Susanti



Gambar 1. Lokasi Project

Project ini berlokasi di GOR Susi Susanti yang berada di Jl. Dadaha, Kelurahan Nagawangi, Kecamatan Cihideung, Kota Tasikmalaya, dengan koordinat $-7.3347791, 108.2189824^{\circ}$. GOR Susi Susanti, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, merupakan fasilitas olahraga yang difungsikan sebagai pusat kegiatan bulu tangkis, baik untuk latihan rutin maupun penyelenggaraan pertandingan di wilayah Kota Tasikmalaya.

Profil Beban Harian

Tabel 1. Profil Beban di GOR Susi Susanti

No	Beban	Jumlah (Unit)	Daya Terpakai (watt)	Durasi Pemakaian (Jam)	Konsumsi Energi	
					Per Jam (Wh)	Per Hari (Wh/ Hari)
A	KANTOR UPTD					
1	LAMPU LED	4	16	10	64	640
2	AC 1 PK	2	800	8	1.600	12.800
3	KULKAS	1	100	24	100	2.400
4	PRINTER	4	450	8	1.800	14.400
5	PC	6	250	8	1.500	12.000
B	KANTOR KONI					
1	LAMPU LED	4	16	10	64	640
2	AC 1 PK	2	800	8	1.600	12.800
3	KULKAS	1	100	24	100	2.400
4	PRINTER	2	450	8	900	7.200
5	PC	4	250	8	1.000	8.000
6	TV	2	95	2	190	380
C	KANTOR PBSI					
1	LAMPU LED	4	16	10	64	640
2	AC 1 PK	2	800	8	1.600	12.800
3	PC	2	250	8	500	4.000
4	PRINTER	2	450	8	900	7.200
D	AREA LAPANG					

No	Beban	Jumlah (Unit)	Daya Terpakai (watt)	Durasi Pemakaian (Jam)	Konsumsi Energi	
					Per Jam (Wh)	Per Hari (Wh/ Hari)
1	LAMPU SOROT LAPANG	3	200	4	600	2.400
2	LAMPU SOROT PANGGUNG	3	150	4	450	1.800
3	LAMPU LINE 1	10	40	15	400	6.000
4	LAMPU LINE 2	10	40	15	400	6.000
5	LAMPU LINE 3	10	40	15	400	6.000
6	LAMPU LINE 4	10	40	15	400	6.000
Total					14.632	126.500

Tabel 1 merinci penggunaan energi listrik di GOR Susi Susanti yang tersebar di empat area utama, yaitu Kantor UPTD, Kantor KONI, Kantor PBSI, dan Area Lapangan, lengkap dengan informasi jumlah unit, kapasitas daya, durasi pemakaian, serta tingkat konsumsi energinya. Total konsumsi energi harian sebesar 126.500 Wh (126,5 kWh/hari) yang diperoleh dari Tabel 1 selanjutnya menjadi dasar perhitungan daya puncak sistem pada subbab Perhitungan Daya Puncak Sistem, sekaligus menjadi acuan dalam penentuan kapasitas inverter dan jumlah modul surya pada bagian Desain Teknis Sistem.

Perhitungan Potensi Daya Pembangkitan

Perhitungan potensi daya pembangkitan memerlukan beberapa parameter, antara lain data iradiasi matahari serta karakteristik teknis sistem panel surya yang direncanakan. Berdasarkan data tersebut, kapasitas sistem dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [14]

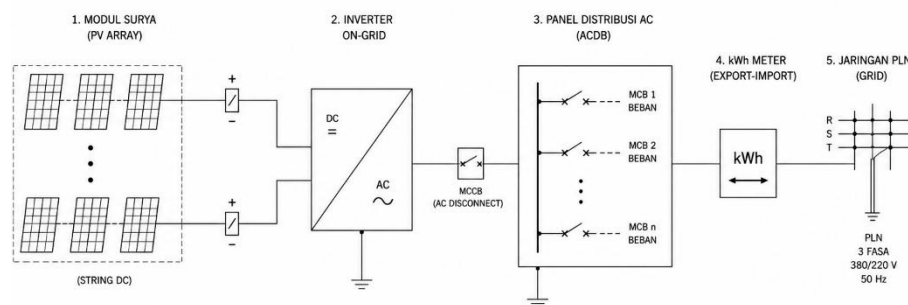
$$kW (peak)PLTS = \frac{\text{Kebutuhan beban}}{\text{Irradiasi Rata-Rata}} \quad (1)$$

Untuk estimasi energi listrik yang dapat dibangkitkan setiap tahun, digunakan persamaan berikut:

$$\text{Pembangkitan /tahun} = \frac{\text{Kapasitas Total}}{\text{Radiasi Max Matahari}} \times \text{Irradiasi Wilayah} \times 365 \quad (2)$$

Desain Sistem PLTS

. Secara umum, sistem PLTS atap on-grid yang dirancang tersusun atas rangkaian modul surya pada atap gedung yang menghasilkan listrik arus searah (DC), kemudian dikonversi menjadi listrik arus bolak-balik (AC) oleh inverter on-grid, dan disalurkan ke panel distribusi gedung untuk memenuhi beban. Sistem ini terhubung secara paralel dengan jaringan PLN tanpa baterai, sehingga kekurangan daya dipasok oleh PLN dan kelebihan produksi disalurkan ke jaringan. Konfigurasi rangkaian modul, inverter, dan titik sambung ke jaringan ditunjukkan secara skematik pada Gambar 2 (diagram satu garis/single line diagram).



Gambar 2. Single Line Diagram Sistem PLTS Atap On-grid GOR Susi Susanti

Perancangan sistem PLTS terdiri dari beberapa tahapan, yaitu perhitungan luas area efektif yang dapat dimanfaatkan, analisis kesesuaian kapasitas pembangkitan terhadap *load profile* bangunan, serta penentuan komponen sistem secara keseluruhan. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

- Perhitungan luas efektif

$$Area (m^2) = \frac{kWp}{Efisiensi Modul Surya} \quad (3)$$

- Perhitungan jumlah model sel surya

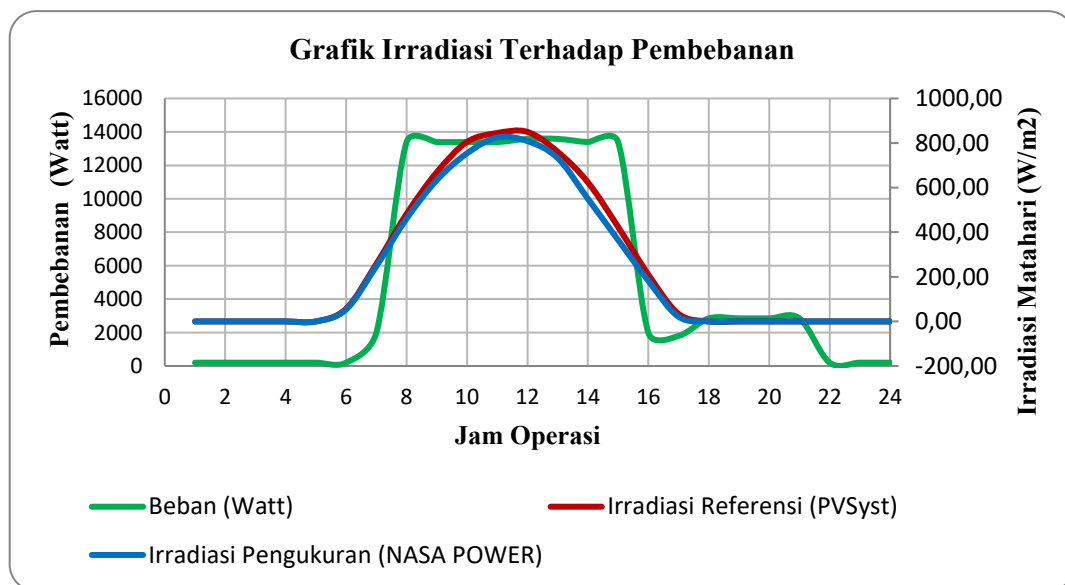
$$Jumlah Modul = \frac{Daya Puncak Modul Surya (total Wp)}{Wp/Modul} \quad (4)$$

- Menghitung kapasitas daya beban maksimum (W_{maks})

Daya beban maksimum diperoleh dari total data *load profile* yang dikumpulkan melalui survei lapangan, wawancara, serta penyusunan kondisi eksisting bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Situasi Awal



Gambar 3. Grafik Irradiasi dan Beban

Gambar 3 menunjukkan grafik perbandingan antara iradiasi referensi hasil interpolasi oleh perangkat lunak PVSyst dan iradiasi hasil pengukuran yang diperoleh dari NASA POWER, serta profil konsumsi energi pada GOR Susi Susanti. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa iradiasi referensi dari PVSyst dan data hasil pengukuran memiliki pola fluktuasi yang serupa. Hal ini menunjukkan adanya kesesuaian tren antara data simulasi dan data aktual di lapangan.

Irradiasi referensi hasil simulasi PVSyst menunjukkan distribusi nilai yang lebih merata, dengan periode penyinaran berlangsung selama 12 jam, yaitu dari pukul 06.00 hingga 17.00. Nilai puncak iradiasi yang tercatat mencapai 850 W/m². Sementara itu, data iradiasi hasil pengukuran menunjukkan kurva yang lebih sama, dengan durasi penyinaran selama 12 jam, yaitu dari pukul 06.00 hingga 17.00, serta nilai puncak iradiasi yang lebih tinggi, yaitu sebesar 825 W/m².

Adapun pola konsumsi energi pada GOR Susi Susanti terdiri atas beban dasar (*base load*) sebesar 200 Watt dan beban puncak (*peak load*) sebesar 13.582 Watt. Konsumsi energi mengalami peningkatan secara bertahap dari 200 Watt hingga mencapai 13.582 Watt pada pukul 07.00, dengan puncak penggunaan energi harian terjadi pada rentang waktu 12.00 hingga 13.00 siang. Setelah itu, konsumsi energi mulai menurun kembali pada pukul

16.00, yang kemudian hanya digunakan oleh penerangan lapangan dan panggung yang beroperasi pada malam hari pada rentang waktu 18.00 hingga 21.00 malam dan sisanya dibebani oleh peralatan yang beroperasi secara kontinu selama 24 jam, seperti kulkas.

Tabel 2. Data Situasi Awal

Data Irradiasi matahari referensi (PVSyst)	4,16	kWh/m ² /hari
Data Irradiasi matahari referensi (Jurnal)	4,76	kWh/m ² /hari
Data Irradiasi matahari referensi (GSA)	4,614	kWh/m ² /hari
Data Irradiasi matahari pengukuran (NASA POWER)	4,25	kWh/m ² /hari
Data Konsumsi Energi	126,50	kWh/hari
	688,90	kWh/minggu
	2.755,60	kWh/bulan
	33.067,20	kWh/tahun

Tabel 2 merupakan rangkuman data – data situasi awal yang didapatkan untuk melakukan perhitungan daya pembangkitan.

Perhitungan Daya Puncak Sistem

Perhitungan daya puncak sistem dilakukan menggunakan Persamaan (1) dengan memanfaatkan data kebutuhan energi harian dan nilai iradiasi matahari. Berdasarkan Tabel 1, kebutuhan energi harian tercatat sebesar 125,7 kWh/hari, sedangkan nilai iradiasi matahari yang digunakan merupakan hasil data pengukuran NASA POWER, yaitu sebesar 4,25 kWh/m². Dengan demikian, daya puncak sistem dapat dihitung sebagai berikut:

$$kW (peak)_{PLTS} = \frac{126,5 \text{ kWh}}{4,25 \text{ kWh/m}^2} = 29,76 \text{ kW}_{peak}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya puncak sistem sebesar 29,76 kW_{peak}. Untuk mengantisipasi rugi-rugi yang terjadi pada sistem, ditambahkan faktor kehilangan sebesar 25%. Oleh karena itu, kapasitas daya puncak sistem setelah memperhitungkan rugi-rugi tersebut menjadi sekitar 37,2 kW_{peak}.

Desain Teknis Sistem

1. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Modul Surya

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, diperoleh kebutuhan daya puncak sistem sebesar 37,41 kW_{peak}. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dipilih modul surya tipe Jinko Solar JKM-635N-66HL4-BDV yang memiliki kapasitas daya sebesar 635 Wp per modul. Jumlah modul surya yang diperlukan dihitung menggunakan Persamaan (4) sebagai berikut:

$$Jumlah \text{ Modul} = \frac{37.200 \text{ Wp}}{635 \text{ Wp}} = 58,58 \approx 59 \text{ unit modul}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem dengan kapasitas daya puncak sebesar 37,2 kWp memerlukan sekitar 59 unit modul surya berkapasitas 635 Wp. Namun, untuk mempermudah konfigurasi dan memastikan kapasitas terpasang mencukupi, jumlah modul dibulatkan menjadi 60 unit modul surya.

Tabel 3. Spesifikasi Modul Surya Jinko Solar JKM-635N-66HL4-BDV

Modul Type	JKM-635N-66HL4-BDV	
Testing Condition	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	635	478
Open Circuit Voltage (Voc/V)	46,82	44,40
Short Circuit Current (Isc/A)	17,25	13,91
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	38,18	35,92
Current at Maximum Power (Imp/A)	16,63	13,31
Module Efficiency (%)	22,70	

2. Pemilihan Inverter

Penentuan kapasitas inverter dilakukan dengan mengacu pada daya maksimum konsumsi energi di GOR Susi Susanti, yaitu sebesar 37,2 kW. Berdasarkan nilai tersebut, dipilih inverter yang memiliki kapasitas yang mampu mendukung kebutuhan daya sistem. Inverter yang digunakan adalah Huawei Technologies SUN2000-36KTL-M3-380V dengan kapasitas daya keluaran sebesar 36.000 W (36 kW). Pemilihan inverter ini didasarkan pada kesesuaiannya dengan kebutuhan sistem PLTS yang dirancang. Spesifikasi teknis inverter tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Inverter

Inverter Type	<i>On-grid</i>
MPPT	4 MPPT
Inverter Power	36 kW
Number of phases	3 Phase
Series Name	SUN2000-M3 Series
Model Name	SUN2000-36KTL-M3-380V
Product Warranty (Years)	5 tahun
Max. DC Voltage (V)	1100 V
Max. DC Current (A)	26 A per MPPT (maksimum 104 A total)
Strings per single MPPT	2 string
Maximum AC Power (kW)	40 kVA
Output AC Voltage Range (V)	320–480 V
Nominal AC Voltage (V)	380 V
Maximum AC Current (A)	60.8 A
Frequency Range (Hz)	45–55 Hz / 55–65 Hz
Frequency (Hz)	50 Hz / 60 Hz
Power Factor	0.8 leading – 0.8 lagging (adjustable), default 1.0
Maximum Efficiency (%)	98.7 %
Euro Efficiency (%)	98.4 %
Operating Temperature Range (°C)	–25 °C hingga +60 °C (derating di atas sekitar 45 °C)
Protection Class	IP66
Display	LED Indicator + WLAN melalui aplikasi FusionSolar
Protection Features	Anti-islanding, DC reverse polarity protection, AC short-circuit protection, AC overcurrent protection, DC surge protection (Type II), AC surge protection (Type II), Insulation resistance detection, Residual Current Monitoring Unit (RCMU), Arc Fault Circuit Interrupter (AFCI, opsional), Overvoltage protection, Overtemperature protection, String monitoring

Perhitungan Luas Efektif

Luas efektif area pemasangan modul surya dihitung menggunakan Persamaan (3), yang memerlukan data daya puncak sistem serta efisiensi modul surya yang telah dipilih. Berdasarkan parameter tersebut, diperoleh perhitungan sebagai berikut:

$$Area (m^2) = \frac{37,2 \text{ kWp}}{22,7\%} = 163,88m^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa luas area efektif yang dibutuhkan untuk pemasangan modul surya adalah sebesar 163,88 m². Namun, nilai tersebut hanya mencakup area yang ditempati modul dan belum mempertimbangkan kebutuhan ruang untuk jarak antarbaris modul, akses instalasi, serta kegiatan operasi dan

pemeliharaan. Oleh karena itu, untuk mengakomodasi kebutuhan tersebut, luas area efektif dikalikan dengan faktor 2. Dengan demikian, total luas area yang diperlukan untuk instalasi sistem PLTS menjadi:

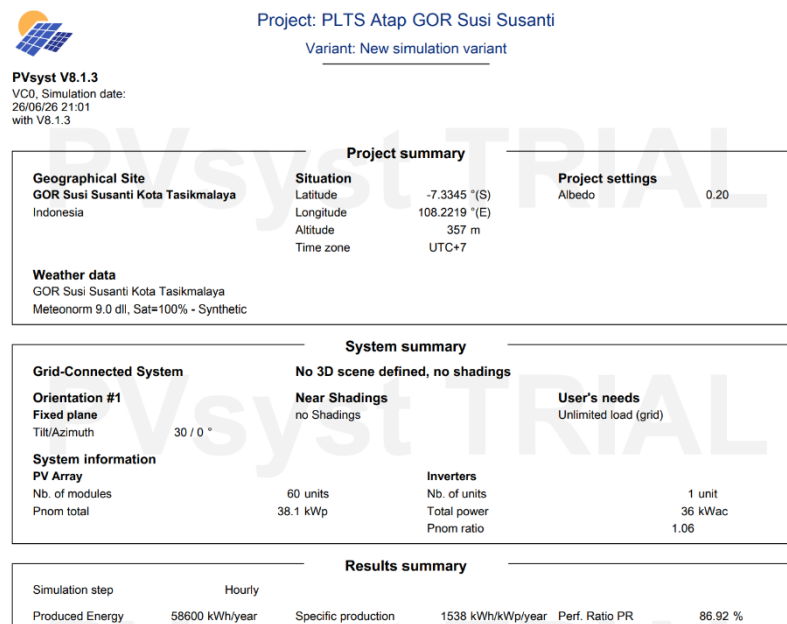
$$163,88 \text{ m}^2 \times 2 = 327,76 \text{ m}^2$$

Analisa Shading

Analisis shading dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pengaruh bayangan terhadap kinerja serta produksi energi listrik sistem fotovoltaik. Proses analisis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak PVSyst melalui pemodelan geometri bangunan, penentuan lokasi dan orientasi sistem, serta simulasi lintasan pergerakan matahari (*sun path diagram*). Dengan analisis tersebut, potensi kehilangan energi akibat bayangan dapat diperkirakan secara lebih akurat.

Hasil Simulasi PVSyst

Simulasi sistem PLTS atap *on-grid* dilakukan menggunakan perangkat lunak PVSyst berdasarkan hasil perhitungan dan parameter desain yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil simulasi tersebut digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang dirancang dan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Simulasi PVSyst Project Summary, System Summary, dan Results Summary

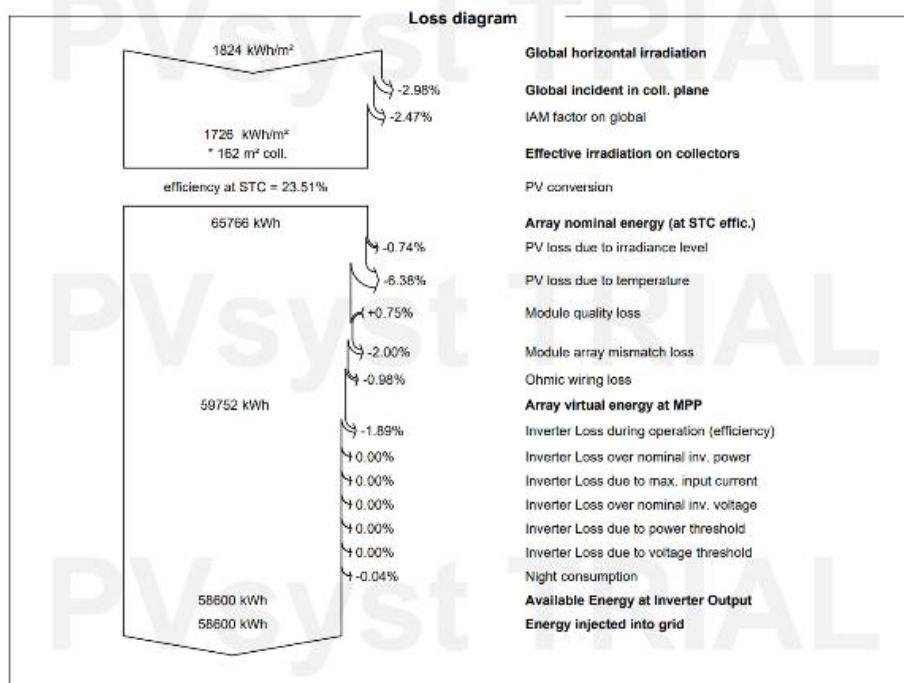
Berdasarkan Gambar 4, sistem menghasilkan energi (*produced energy*) sebesar 58.600 kWh/tahun dengan performance ratio sebesar 86,92%.

Nilai performance ratio (PR) sebesar 86,92% yang diperoleh pada penelitian ini tergolong tinggi dan berada di atas rentang PR sistem PLTS atap *on-grid* yang umum dilaporkan pada penelitian terdahulu, yaitu berkisar 76–82% pada gedung perkantoran dan kampus [3][4][5]. Secara teoritis, nilai PR yang baik untuk sistem PLTS on-grid berada pada kisaran 75–85%, sehingga hasil simulasi ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu bekerja mendekati kondisi ideal. Lebih tingginya PR pada penelitian ini dibandingkan hasil penelitian sejenis terdahulu disebabkan oleh relatif kecilnya rugi-rugi sistem (*system losses*) sebesar 7.166 kWh/tahun atau sekitar 10,9% dari energi awal 65.766 kWh, yang didominasi oleh rugi-rugi temperatur, pengkabelan modul, serta ketidaksesuaian antar modul (*module array mismatch*). Kesesuaian antara PR hasil simulasi dengan rentang teoritis maupun temuan empiris penelitian terdahulu tersebut memperkuat validitas hasil perancangan, sekaligus menegaskan bahwa pendekatan perancangan berbasis profil beban aktual mampu menghasilkan konfigurasi sistem yang efisien.

PV Array Characteristics			
PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	JKM-635N-66HL4-BDV	Model	SUN2000-36KTL-M3-380V
(Original PVSyst database)		(Original PVSyst database)	
Unit Nom. Power	635 Wp	Unit Nom. Power	36.0 kWac
Number of PV modules	60 units	Number of inverters	4 * MPPT 25% 1 unit
Nominal (STC)	38.1 kWp	Total power	36.0 kWac
Modules	4 units x 15 In series	Operating voltage	200-1000 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (≥45°C)	40.0 kWac
Pmpp	35.3 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.06
U mpp	570 V	No power sharing between MPPTs	
I mpp	62 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	38 kWp	Total power	36 kWac
Total	60 modules	Number of inverters	1 unit
Module area	162 m²	Pnom ratio	1.06
Cell area	151 m²		

Gambar 5. Hasil Simulasi PVSyst PV Array Characteristic

Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 5, konfigurasi sistem PLTS Atap terdiri atas 60 unit modul PV berkapasitas 635 Wp, yang disusun dalam 4 rangkaian paralel, dengan masing-masing string terdiri atas 15 unit modul PV



Gambar 6. Hasil Simulasi PVSyst Loss Diagram

Berdasarkan Gambar 6, *loss diagram* hasil simulasi menggunakan PVSyst menunjukkan bahwa energi awal yang dihasilkan sistem sebesar 65.766 kWh mengalami penurunan menjadi 58.600 kWh. Penurunan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor rugi-rugi (*losses*), antara lain rugi-rugi pada pengkabelan modul PV (*PV module wiring losses*), rugi-rugi akibat pengaruh temperatur (*temperature losses*), serta rugi-rugi akibat ketidaksesuaian antar modul dalam susunan *array* (*module array mismatch losses*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan sistem PLTS atap *on-grid* berbasis analisis beban pada GOR Susi Susanti Kota Tasikmalaya, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil analisis profil beban listrik pada GOR Susi Susanti menunjukkan bahwa kebutuhan energi mencapai 126,5 kWh per hari atau setara dengan 33.067,2 kWh per tahun. Pola penggunaan energi memperlihatkan beban dasar (*base load*) sebesar 200 Watt dan beban puncak (*peak load*) sebesar 13.582 Watt. Puncak konsumsi listrik terjadi pada pukul 12.00–13.00, yang bertepatan dengan tingginya intensitas iradiasi matahari sehingga memberikan potensi yang baik untuk pemanfaatan energi surya.

- Berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PVSyst, sistem PLTS yang dirancang mampu menghasilkan energi sebesar 58.600 kWh per tahun dengan nilai performance ratio sebesar 86,92%. Adapun total kehilangan energi (*system losses*) mencapai 7.166 kWh per tahun yang dipengaruhi oleh rugi-rugi pada pengkabelan modul fotovoltaik, efek temperatur, serta ketidaksesuaian (*module array mismatch*) antar modul.
- Perancangan sistem PLTS atap *on-grid* yang diusulkan menunjukkan kemampuan dalam meningkatkan pemanfaatan energi surya sebagai sumber listrik, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pasokan listrik dari jaringan PLN. Selain itu, penerapan sistem ini berpotensi mendukung upaya percepatan transisi menuju energi terbarukan sejalan dengan target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) nasional.

REFERENSI

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Kementerian ESDM RI - Media Center - Arsip Berita - Capaian Positif Tahun 2025, Negara Hadir Penuhi Kebutuhan Energi Masyarakat.” Accessed: May 21, 2026. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/capaian-positif-tahun-2025-negara-hadir-penuhi-kebutuhan-energi-masyarakat>
- [2] Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, “Laporan Kinerja Ditjen EBTKE 2025,” 2026.
- [3] Y. Yusiran, F. Ewaldo, H. Hasnira, and L. K. W. Kita, “Perancangan dan Analisis Tekno-Ekonomi PLTS Atap On-Grid Gedung Workshop 7 Politeknik Negeri Batam Menggunakan Software Pylon dan PVSyst,” *Elektron J. Ilm.*, vol. 17, no. 1, pp. 19–26, 2025, doi: 10.30630/eji.17.1.581.
- [4] Slamet Nurhadi, Priya Surya Harijanto, and Mochamad Ferdy Hamzah, “Optimasi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap On-Grid Melalui Simulasi PVSyst,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 12, no. 3, pp. 156–161, 2025, doi: 10.33795/elposys.v12i3.8676.
- [5] H. Harmiansyah, A. Prastyo, I. F. Rohman, and ..., “Perancangan Sistem PLTS on Grid pada Asrama Mahasiswa TB 2 Institut Teknologi Sumatera Menggunakan Software PVSyst,” ... *Mek. Inov. dan ...*, vol. 9, no. October 2023, pp. 184–191, 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.utu.ac.id/jmekanova/article/view/8609>
- [6] S. A. Santoso, S. Prasetya, and ..., “PEMASANGAN PLTS ATAP ON-GRID KAPASITAS 18 kWp UNTUK COST REDUCTION & PENGURANGAN EMISI CO₂ DI PT CIREBON POWER SERVICES,” ... *Semin. Nas. Tek. ...*, pp. 51–58, 2024, [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/sntm/article/view/3395%0Ahttps://prosiding.pnj.ac.id/sntm/article/download/3395/1686>
- [7] S. Prasetya *et al.*, “Analysis of Solar Photovoltaic System Related to Daily Energy and PV Sizing at Mekartani Farm,” vol. 01, no. 04, pp. 1–7, 2023, [Online]. Available: <https://www.mbi-journals.com/index.php/riestech/index>
- [8] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS On-Grid Rooftop,” 2025.
- [9] E. A. Karuniawan *et al.*, “Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Semarang dengan Perangkat Lunak PVSyst,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 75, no. 2, pp. 1–6, 2023.
- [10] R. Tiurmaida, Natalia, “PERENCANAAN PROFIL BEBAN PADA INSTALASI PLTS ATAP GEDUNG 65 INSTALASI ELEMEN Rebekka Natalia Tiurmaida, Hasvienda Mohammad Ridlwan *, Sonki,” pp. 288–296, 2023.
- [11] A. Ardiansyah, I. N. Setiawan, and I. W. Sukerayasa, “Perancangan Plts Atap on Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo,” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, p. 200, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i04.p23.
- [12] M. D. Yulfin, D. H. Wardhani, and R. Purwaningsih, “Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung PLN Unit Induk Distribusi Riau dan Kepri (UID RKR) Pekanbaru dengan Perangkat Lunak PVSyst,” *JPII J. Profesi Ins. Indones.*, vol. 2, no. 4, pp. 264–270, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24587>
- [13] H. Gusmedi, R. P. Putra, A. S. Samosir, U. Lampung, and K. B. Lampung, “Desain Pembangkit Listrik,” vol. 13, no. 1, 2025.
- [14] N. Soedjarwanto, E. Komalasari, and S. A. Fardhan, “Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts),” no. November, pp. 1–7, 2022.