



# Analisis Potensi PLTS Atap Di Gedung 65 Instalasi Elemen Bakar Eksperimental PUSPIPTEK Serpong

Praditya Vankabo<sup>1</sup>, Sonki Prasetya<sup>1\*</sup>, Hasvienda M Ridlwan<sup>2</sup>, Maryono<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>1Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

\*Corresponding author E-mail address: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

---

## Abstrak

*Secara geografis Indonesia berada di zona khatulistiwa dengan sinar matahari yang melimpah tiap harinya. Potensi sinar matahari yang dapat dimanfaatkan untuk PLTS di Indonesia rata-rata sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Sumber energi listrik pada Gedung 65 Instalasi Elemen Bakar Eksperimental PUSPIPTEK Serpong dalam keadaan normal diperoleh dari PLN yang dimana sumber energi tersebut berasal dari energi fosil yang bukan termasuk energi terbarukan serta memberikan dampak emisi. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung potensi energi listrik di atap Gedung 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong yang akan menyuplai listrik penerangan panel LP-OF. Berdasarkan hasil simulasi sistem, potensi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS atap grid-connected setiap tahunnya terhitung sebesar sebesar 3244 kWh, menggunakan modul surya Mono 300 Wp dengan daya nominal 2,1 kWp sebanyak 7 unit dengan sudut kemiringan optimal panel surya adalah 15°. Nilai irradiasi pada Stasiun Meteorologi KNS terbesar pada bulan September sedangkan yang terendah pada bulan Mei dan rata-rata tahunannya 214.3 W/m<sup>2</sup> dibandingkan dengan data yang didapatkan dari Meteororm nilai irradiasi terbesar pada bulan Oktober sedangkan yang terendah pada bulan Januari dan rata-rata tahunannya 201.1 W/m<sup>2</sup>.*

*Kata kunci : PLTS Atap, grid-connected, Simulasi, Potensi*

## Abstract

*Indonesia is geographically located in the equatorial zone with abundant sunlight every day. The potential sunlight that can be utilised for solar power plants in Indonesia averages 4.8 kWh/m<sup>2</sup>/day. The source of electrical energy in Building 65 Experimental Fuel Element Installation PUSPIPTEK Serpong under normal circumstances is obtained from PLN, where the energy source comes from fossil energy which is not included in renewable energy and has an impact on emissions. The purpose of this research is to calculate the potential of electrical energy on the roof of Building 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong which will supply electricity for lighting the LP-OF panel. Based on the results of the system simulation, the potential electrical energy generated by the grid-connected rooftop solar power plant annually is calculated at 3244 kWh, using 300 Wp Mono solar modules with a nominal power of 2.1 kWp as many as 7 units with the optimal tilt angle of solar panels is 15°. The irradiation value at KNS Meteorological Station is largest in September while the lowest is in May and the annual average is 214.3 W/m<sup>2</sup> compared to the data obtained from Meteororm, the largest irradiation value is in October while the lowest is in January and the annual average is 201.1 W/m<sup>2</sup>.*

*Keywords: Rooftop Solar PV, grid-connected, Simulation, Potential*



## 1. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia memiliki tujuan untuk mencapai *net zero emission* pada tahun 2060 atau lebih cepat [1] dan untuk mendukung komitmen tersebut, Indonesia baru-baru ini mendeklarasikan target penurunan emisi. Pada dokumen *Nationally Determined Contribution* (NDC) terbaru, Indonesia menaikkan target pengurangan emisi menjadi 31,89% di tahun 2030 mendatang dengan target dukungan internasional sebesar 43,20% [2]. Sejalan dengan rencana transisi energi bersih Pemerintah mendorong pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap melalui Permen ESDM no. 26 tahun 2021, guna mendorong target bauran energi nasional sebesar 23% pada 2025 [3].

Pemanfaatan energi matahari menjadi solusi dalam pengembangan energi alternatif, terlebih secara geografis Indonesia berada di garis khatulistiwa dengan sinar matahari yang melimpah tiap harinya. Potensi sinar matahari yang dapat dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia rata-rata sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari, atau dikenal sebagai potensi irradiasi sinar matahari [4]. Hal ini merupakan sebuah keuntungan besar bagi Indonesia dalam hal pemanfaatan dan pembangkitan energi matahari menjadi energi listrik. Potensi tenaga surya secara nasional 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari tersebut setara dengan 207.898 MW, namun baru dimanfaatkan sebesar 0,05% alias 100 MW saja [5].

Dalam penyediaan energi listrik, selama ini dalam keadaan normal Gedung 65 IEBE mengandalkan sumber listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang mayoritas sumber energinya didapatkan dari energi fosil yang bukan termasuk energi terbarukan dan memberikan dampak emisi. Badan Riset dan Inovasi Nasional sebagai Lembaga Pemerintahan Non Kementrian hendaknya dapat ikut berkontribusi dalam mengembangkan dan mensosialisasikan peraturan tersebut guna membantu mencapai dan meningkatkan bauran energi terbarukan. Salah satu bentuk kontribusi BRIN yang merupakan klien dalam penelitian ini adalah ikut mengembangkan dan mensosialisasikan peraturan tersebut dengan melakukan penelitian serta merencanakan pengaplikasian teknologi PLTS Atap di lingkungan Kawasan Sains dan Teknologi B.J. Habibie tepatnya di Atap Gedung 65 Instalasi Elemen Bakar Eksperimental PUSPIPTEK Serpong.

Politeknik Negeri Jakarta sebagai institusi pendidikan juga peduli terhadap pengembangan energi terbarukan terutama energi surya beberapa penelitian terkait diantaranya penelitian Aulia pada tahun 2019 tentang analisis pengaruh posisi panel surya terhadap daya yang dihasilkan di PT Lentera Bumi Nusantara [6] dan penelitian Dara pada tahun 2021 tentang Perbandingan Efisiensi Panel Surya Dengan Pemanfaatan Heatsink dan Pengaruh Instalasi Sensor Pada Panel Surya [7].

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan kasus energi alternatif menggunakan PLTS diatas membahas tentang bagaimana cara memanfaatkan energi matahari agar dapat digunakan sebagai suplai energi di beberapa kebutuhan. Berdasarkan penelitian sebelumnya terdapat kekurangan, seperti data irradiasi matahari yang digunakan untuk menentukan perancangan PLTS menggunakan data dari *software* bukan dari pengukuran secara langsung atau pengukuran tidak dalam jangka waktu panjang sehingga diperlukan analisa potensi PLTS atap yang lebih mendalam seperti mendapatkan data irradiasi matahari secara langsung dari Stasiun Meteorologi dalam jangka waktu 5 tahun (2018-2022) serta melakukan simulasi terhadap perancangan yang akan dilakukan.

Simulasi bertujuan agar dapat mengetahui hasil potensi dari pemasangan PLTS yang akan dilakukan sebelum melakukan perancangan secara langsung dan didukung dengan pengambilan data irradiasi matahari dari Stasiun Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong dan pengukuran beban harian menggunakan *Power Quality Analyzer (PQA)* FLUKE 435-II yang dilakukan untuk mengetahui apakah perencanaan PLTS akan sesuai dengan beban yang dibutuhkan dengan yang dihasilkan oleh PLTS. Namun dengan adanya penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat menjadi penunjang penelitian yang akan dilakukan di Gedung 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong dengan memanfaatkan energi matahari sebagai energi alternatif untuk suplai listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi PLTS Atap di Gedung 65 Instalasi Elemen Bakar Eksperimental PUSPIPTEK Serpong. Fokus pada penelitian ini adalah menghitung potensi energi listrik dengan menggunakan data irradiasi sinar matahari dari Stasiun Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong lalu disimulasikan menggunakan *software* PVSystem untuk memberikan rekomendasi kepada klien dalam membangun PLTS yang direncanakan akan menyuplai listrik di panel LP-OF.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. OBSERVASI

1. Mengumpulkan data cuaca mengenai irradiasi matahari yang ada di Gedung 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong dari Stasiun Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong



2. Mengumpulkan data mengenai konsumsi energi listrik di Gedung 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong selama 6 hari menggunakan alat *Power Quality Analyzer* FLUKE 435-II
3. Mengumpulkan data teknis bangunan Gedung 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong seperti luas dan kemiringan atap yang akan digunakan untuk meletakkan panel PLTS

## B. PENGOLAHAN DATA

Melakukan simulasi dengan menggunakan *software PVSyst* untuk menghitung potensi produksi daya listrik yang dihasilkan dengan menentukan kapasitas, konfigurasi desain dan komponen sistem yang akan digunakan pada PLTS. *PVSyst* adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran, perencanaan (*sizing*), dan analisis data dari sistem PLTS secara lengkap. *PVSyst* dibuat dan dikembangkan oleh Universitas Genewa. *PVSyst* memiliki fitur simulasi sistem terinterkoneksi jaringan (*on grid*), sistem berdiri sendiri (*stand-alone*), sistem pompa (*pumping*), dan jaringan arus searah untuk transportasi publik (*DC-grid*). *PVSyst* juga dilengkapi database dari sumber data meteorologi yang luas dan beragam serta data komponen-komponen PV[8]. Beberapa contoh sumber data meteorologi yang dapat digunakan *PVSyst* yaitu bersumber dari sumber data *Meteonorm*[9].

## C. ANALISIS

Menganalisis data yang dihasilkan dari simulasi mengenai potensi daya listrik dengan menghitung:

### ● ENERGI PLTS

Untuk menghitung energi yang dihasilkan oleh PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), penulis perlu mengetahui beberapa informasi terkait sistem PLTS tersebut. Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi energi dari PLTS antara lain ukuran panel surya, lokasi geografis, kemiringan panel surya, orientasi panel surya, kondisi cuaca, dan waktu operasi. Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS bergantung pada luasan area PLTS[9], efisiensi panel surya, potensi energi irradiasi dan performa dari sistem PLTS itu sendiri. Persamaan energi listrik (1) yang dihasilkan dari PLTS adalah :

$$E = A \times r \times H \times PR \quad (1)$$

Dimana:

- E = Energi (kWh)
- A = Total Luas (m<sup>2</sup>)
- r = Efisiensi panel (%)
- H = irradiasi rata-rata tahunan (W/m<sup>2</sup>)
- PR = Rasio performa sistem

### ● PERFORMANCE RATIO

*Performance Ratio* secara spesifik adalah rasio keluaran energi aktual dan yang dapat dihitung secara teoritis. *Performance Ratio* tidak bergantung pada orientasi pembangkit PV dan insiden penyinaran matahari pada pembangkit PV. Alasannya, rasio kinerja dapat digunakan untuk membandingkan pembangkit PV yang memasok jaringan di lokasi yang berbeda semua di seluruh dunia. *Performance Ratio* yang baik biasanya berkisar antara 70-80%, meskipun angka ini dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti lokasi geografis, kondisi cuaca, dan ukuran dan kualitas sistem PLTS yang digunakan. Semakin tinggi *Performance Ratio*, semakin efisien dan produktif sistem PLTS tersebut. *Performance Ratio* (PR) sudah meliputi rugi-rugi cahaya, rugi-rugi rangkaian PV, dan rugi-rugi sistem PLTS. Persamaan *Performance Ratio* (2) sistem PLTS adalah :

$$PR = \frac{YF}{YR} \quad (2)$$

Dimana :

- YF = *Final Yield* (kWh)
- YR = *Reference Yield* (kWh)

Untuk mendapatkan YF, dapat menggunakan persamaan 3 berikut :

$$YF = \frac{E_{pv}}{P_o} \quad (3)$$

Dimana :

$E_{pv}$  = Energi Kejanginan (kWh DC)

$P_o$  = Kapasitas PLTS (kWp AC)

Untuk mendapatkan YR, dapat menggunakan persamaan 4 berikut :

$$YR = \frac{H_t}{G_{stc}} \quad (4)$$

Dimana :

$H_t$  = irradiansi Pada bidang panel (kWh/m<sup>2</sup>)

$G_{stc}$  = irradiansi pada referensi saat kondisi STC (1000 W/m<sup>2</sup>)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. DATA IRRADIASI MATAHARI

Data irradiansi matahari sangat diperlukan dalam menentukan spesifikasi serta sizing yang nantinya akan dibuat didalam sistem ini. Penulis melakukan pengambilan data di Stasiun Meteorologi KNS dalam rentang waktu 5 tahun dari 2018-2022[10] dan membandingkan data dari *Meteonorm* dari tahun 2016-2021[11] dari Bulan Januari sampai Desember diambil nilai parameter rata-rata harian irradiansi matahari, temperatur, kelembapan dan kecepatan angin untuk menganalisa potensi energi yang dihasilkan PLTS atap. Berdasarkan data pada Tabel 1 berikut rata – rata data cuaca di KNS dalam satu bulan dengan pengambilan data dari Stasiun Meteorologi KNS.

Tabel 1. Data Cuaca KNS

Bulan	Parameter	
	Irradiansi Matahari (W/m <sup>2</sup> )	Temperatur (°C)
Januari	184.1	27.0
Februari	195.8	27.8
Maret	211.0	27.9
April	201.2	28.0
Mei	184.0	27.6
Juni	211.2	27.4
Juli	210.2	27.9
Agustus	235.5	28.5
September	250.5	29.4
Oktober	244.4	29.1
November	226.6	28.2
Desember	217.4	27.5
<b>Tahunan</b>	<b>214.3</b>	<b>28.0</b>

Berdasarkan Tabel 1, nilai irradiansi matahari yang terbesar terjadi pada bulan September sedangkan yang terendah atau kritis terjadi pada bulan Mei dan nilai irradiansi rata-rata tahunannya 214.3 W/m<sup>2</sup> sedangkan pada Tabel 2 menunjukkan data cuaca Gedung 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong dari *Meteonorm* dimana nilai irradiansi yang didapatkan dari *Meteonorm* dibandingkan dengan data Stasiun Meteorologi KNS terdapat perbedaan nilai irradiansi terbesar terjadi pada bulan Oktober sedangkan yang terendah atau kritis terjadi pada bulan Januari dan nilai irradiansi rata-rata tahunannya 201.1W/m<sup>2</sup>.

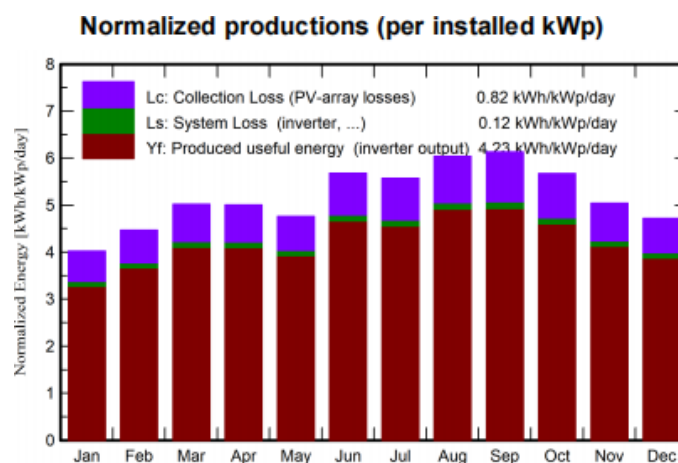
Pemantauan parameter cuaca pada Stasiun Meteorologi KNS menggunakan *automatic weather system* (AWS) sedangkan *Meteonorm* menghasilkan data simulasi cuaca dengan basis data terdiri dari lebih dari 8.000 stasiun cuaca, lima satelit geostasioner, dan klimatologi aerosol yang dikalibrasi secara global. Penulis memilih memasukan data cuaca dari Stasiun Meteorologi KNS karena pengukuran secara langsung dan berada di dekat Gedung 65 IEBE PUSPIPTEK Serpong sehingga menghasilkan data yang lebih akurat dibandingkan *Meteonorm*.

Tabel 2. Data Cuaca Meteonorm

Bulan	Parameter	
	Irradiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )	Temperatur (°C)
Januari	175.9	25.5
Februari	206.8	25.5
Maret	204.6	26.0
April	201.5	26.0
Mei	193.1	26.5
Juni	196.0	25.8
Juli	196.5	25.7
Agustus	205.4	25.9
September	213.9	25.9
Oktober	229.8	26.6
November	200.4	25.8
Desember	190.1	25.8
<b>Tahunan</b>	<b>201.1</b>	<b>25.9</b>

## B. POTENSI ENERGI

Potensi energi listrik yang dihasilkan dapat diketahui setelah penulis melakukan observasi mengenai data teknis gedung, irradiasi matahari dan beban di panel penerangan LP-OF ditentukan bahwa sistem PLTS atap *Grid-Connected* menggunakan modul surya Mono 300 Wp dengan daya nominal 2,1 kWp sebanyak 7 unit dengan sudut kemiringan optimal panel surya adalah 15° dan data-data tersebut dimasukan ke *software* PVSyst untuk disimulasikan. Pada Grafik 4 merupakan data hasil simulasi yang dimana menunjukkan puncak produksi energi listrik terjadi pada bulan Agustus dan September dan yang terendah pada bulan Januari dan Mei serta menghasilkan energi sebesar 4,23 kWh/kWp/day setelah dikurangi dengan adanya *losses* yang diantaranya terdapat pada bagian *inverter* dan *array*.



Grafik 4. Grafik Produksi Sistem PLTS

Pada Tabel 2 didapatkan nilai potensi energi yang dihasilkan panel dari titik lokasi sistem PLTS tersebut, dimana didapatkan data potensi energi dari panel pertahun sebesar 3339.3 kWh .

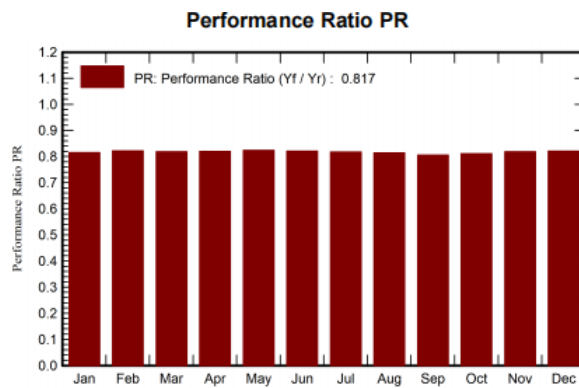
Tabel 2 : Hasil Simulasi PVSyst

**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	137.0	71.60	27.00	124.7	120.0	220.3	213.5	0.816
February	131.6	79.37	27.80	125.1	121.2	222.3	215.8	0.822
March	157.0	87.86	27.90	155.5	151.4	275.3	267.4	0.819
April	144.9	78.92	28.00	150.2	146.4	265.9	258.4	0.819
May	136.9	76.53	27.60	147.6	143.9	263.1	255.6	0.824
June	152.1	62.87	27.40	170.5	166.9	302.4	293.9	0.821
July	156.4	67.84	27.90	172.9	169.3	305.4	296.7	0.817
August	175.2	79.17	28.50	187.3	183.4	329.3	320.1	0.814
September	180.4	77.24	29.40	183.9	179.7	319.9	311.0	0.805
October	181.8	95.48	29.10	175.8	171.2	308.1	299.5	0.811
November	163.2	90.31	28.20	151.2	146.4	267.5	260.0	0.819
December	161.7	87.06	27.49	146.4	141.1	259.8	252.4	0.821
Year	1878.0	954.25	28.02	1890.9	1840.6	3339.3	3244.4	0.817

**C. PERFORMANCE RATIO**

Pada Grafik 5 didapatkan nilai *performance ratio* pertahun 0.817 atau 81,7 % dan *performance ratio* tiap bulannya stabil.



Grafik 5. Grafik *Performance Ratio*

Untuk mendapatkan YF, dapat menggunakan persamaan 3 berikut :

$$YF = \frac{E_{pv}}{P_o} \tag{3}$$

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan nilai energi kejarangan pertahun sebesar 3244.4 kWh dan diketahui konfigurasi dari PLTS atap dengan kapasistas 2.1 kWp sehingga:

$$YF = \frac{3244.4}{2.1}$$

$$YF = 1544.95$$



Untuk mendapatkan YR, dapat menggunakan persamaan 4 berikut :

$$YR = \frac{Ht}{Gstc} \quad (4)$$

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan nilai irradiansi pada bidang panel pertahun sebesar 1890.9 kWh/m<sup>2</sup> dan diketahui nilai irradiansi pada referensi saat kondisi STC 1000 W/m<sup>2</sup> sehingga:

$$YR = \frac{1890.9 \times 1000}{1000}$$

$$YR = 1890.9$$

Untuk mengetahui besaran performansi rasio pertahun, dapat menggunakan persamaan 2 :

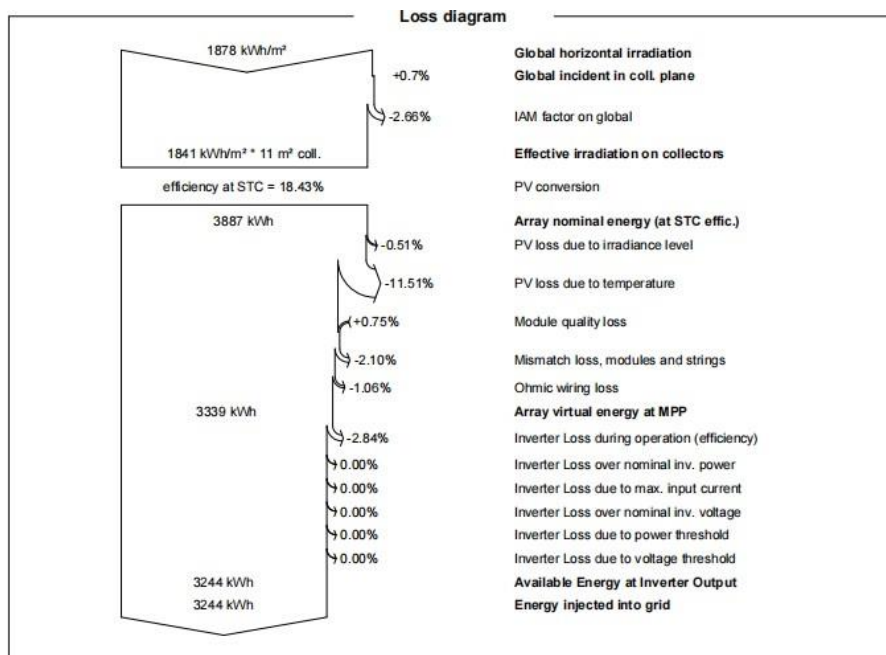
$$PR = \frac{YF}{YR} \quad (2)$$

Berdasarkan hasil simulasi PVSyst, diketahui dari Grafik 5 bahwa besar *Performace Ratio* didapatkan dari nilai YF (Final Yield) adalah 1544.95 kWh/year dibagi dengan nilai YR (*Reference Yield*) adalah 1890.9 kWh/year sehingga :

$$PR = \frac{1544.95}{1890.9}$$

$$PR = 0.817 = 81,7 \%$$

**D. LOSSES PADA SISTEM PLTS**



Gambar 4. Losses pada sistem PLTS

Ketika membangun sebuah PLTS atap, daya awal yang sesuai dengan yang direncanakan ketika awal pembangunan tidak akan 100% sampai ke beban. Terdapat *losses* atau rugi – rugi daya pada sistem. Gambar 4 menggambarkan besaran rugi–rugi daya beserta prediksi nilai kerugiannya mulai dari rugi–rugi akibat irradiasi matahari yang datang menuju panel hingga rugi daya di dalam sistem PLTS[12] Kerugian tersebut diantaranya adalah :

#### A. IAM Losses

*IAM (Incident Angle Modifier) losses* adalah rugi refleksi irradiasi matahari pada panel surya dari sistem sebesar 2,66%[13], hal ini disebabkan oleh pantulan pada bahan gelas yang menjadi pelindung sel-sel PV didalamnya.

#### B. PV Irradiance Level

*PV irradiance level* sebesar 0,51%, di mana *losses* ini dipengaruhi oleh besar irradiasi. Efisiensi pembangkitan akan berkurang bila irradiasi matahari yang diterima juga kecil[14]. Selain akibat dari pengaruh irradiasi, terdapat juga kerugian yang diakibatkan oleh temperatur lingkungan. Terdapat rugi sebesar 11,51% akibat perubahan suhu pada panel[13]. Efektifitas panel mencapai puncaknya ketika berada pada suhu 25°C pada kondisi STC. Apabila terjadi kenaikan suhu >25°, panel akan mengalami penurunan efektifitas yang akan berpengaruh terhadap performa panel (*Performance Ratio*) dan akan menyebabkan rugi pada sistem pembangkit.

Parameter lain yang mengalami rugi-rugi daya (*losses*) seperti , *mismatch losses* sebesar 2,1 % , *ohmic losses* sebesar 1.06 % , dan *inverter losses* sebesar 2,84 % adalah parameter berdasarkan hasil simulasi dari spesifikasi komponen yang digunakan dalam pembangunan PLTS. Kerugian ini dapat diminimalisir ketika sedang dilakukan pemasangan sistem. Contohnya adalah : Pemasangan kabel sesuai standart PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik), Pemilihan diameter kabel yang sesuai, serta cermat dalam menyambung antar kabel per string panel surya.

Dari hasil simulasi *PVSyst* pada Gambar 4 diketahui bahwa rugi-rugi daya listrik (*losses*) yang terbesar dalam sistem PLTS ini adalah dari rugi-rugi yang diakibatkan temperatur, yaitu sebesar 11,51%. Sebelum *losses* energi listrik yang dihasilkan panel PLTS adalah 3339,3 kWh/year dan setelah dikurangi *losses* menjadi menjadi 3244 kWh/year.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi potensi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS atap *grid-connected* setiap tahunnya terhitung sebesar sebesar 3244 kWh, menggunakan *modul* surya *Mono 300 Wp* sebanyak 7 unit dengan daya nominal 2,1 kWp pada sudut kemiringan optimal panel surya adalah 15°. Pada Pengukuran radiasi matahari menggunakan data Stasiun Meteorologi KNS dimana nilai irradiasi terbesar pada bulan September sedangkan yang terendah pada bulan Mei dan nilai radiasi rata-rata tahunannya 214.3 W/m<sup>2</sup>. Terdapat perbedaan hasil nilai irradiasi matahari dari Stasiun Meteorologi KNS dibandingkan dengan data yang didapatkan dari *Meteonorm* dimana nilai irradiasi terbesar pada bulan Oktober sedangkan yang terendah pada bulan Januari dan nilai radiasi rata-rata tahunannya 201.1 W/m<sup>2</sup>. Rasio performa sistem PLTS terbilang stabil di angka 0,817 dan rugi-rugi daya listrik (*losses*) yang terbesar dalam sistem PLTS ini adalah dari rugi-rugi yang diakibatkan temperatur, yaitu sebesar 11,51%.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BRIN atas bantuannya dalam kegiatan ilmiah ini. Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Sugeng Rianto, M.T., selaku klien yang selalu memberikan masukan dan mendukung *project* ini.

**REFERENSI**

1. <https://ekon.go.id/publikasi/detail/4652/akselerasi-net-zero-emissions-indonesia-deklarasikan-target-terbaru-penurunan-emisi-karbon> (diakses pada tanggal 15th Jun 2023)
2. <https://ditjenppi.menlhk.go.id/berita-ppi/4357-enhanced-ndc-komitmen-indonesia-untuk-makin-berkontrib> (diakses pada tanggal 16th Jun 2023)
3. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/07/3071/telah.terbit.peraturan.menteri.esdm.nomor.26.tahun.2021.tentang.plts.atap.yang.terhubung.pada.jaringan.tenaga.listrik.pemegang.iuptl.untuk.kepentingan.umu> (diakses pada tanggal 18th Jun 2023)
4. Winardi, B., Nugroho, A., & Dolphina, E. (2019). Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri. *Jurnal Tekno*, 16(2), 1–11. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v16i1.603>
5. Dewan Energi Nasional. (2020). Buku Bauran Energi Nasional 2020. Sekretariat Jenderal DEN
6. Afriyani, A. D., Prasetya, S., & Filzi, R. (2019, October). Analisis Pengaruh Posisi Panel Surya terhadap Daya yang dihasilkan di PT Lentera Bumi Nusantara. In *Seminar Nasional Teknik Mesin (Vol. 9, No. 1, pp. 176-183)*.
7. Harafany, D. S., Prasetya, S., & Sukandi, A. (2021, December). Perbandingan Efisiensi Panel Surya Dengan Pemanfaatan Heatsink dan Pengaruh Instalasi Sensor Pada Panel Surya. In *Seminar Nasional Teknik Mesin (Vol. 11, No. 1, pp. 260-269)*.
8. Nasution, A. M., Ernawati, I., & Nugroho, A. P. POTENSI PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI ATAP GEDUNG PERPUSTAKAAN DAERAH KABUPATEN TEMANGGUNG.
9. “Features - Meteonorm (en).” <https://meteonorm.com/en/meteonorm-features> (diakses 7th Jul 2023).
10. LAPORAN HASIL PENGUKURAN PARAMETER CUACA KONTINYU KAWASAN NUKLIR SERPONG No. 100802 /LT / PDPL-CUACA / 06 /2023.
11. Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100%
12. PVsyst - Simulation report Grid-Connected System Project: PLTS ON-GRID GEDUNG 65 IEBE
13. Fuaddin, D., & Daud, A. (2020). Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Kapasitas 20 kWp untuk Residensial. *Jurnal Teknik Energi*, 10(1), 53-57.
14. Alfan, R. R. (2021). Analisa Deteksi Photovoltaic Module Degradasi Dengan Metode Electroluminescence (EL) Menggunakan Camera Digital Single Lens Reflex (DSLR). *J. Ilm. Setrum*.