

Konsep Fotovoltaik Terintegrasi On Grid dengan Gedung STT-PLN

Rinna Hariyati¹; Muchamad Nur Qosim²; Aas Wasri Hasanah³

^{1, 2, 3}Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN

¹rinnaharyati@sttpln.ac.id

ABSTRACT

Entering the 21st century, oil and gas supplies are running low. While the need for energy is increasing, especially in industrialized countries, it will increase to 70% between 2000 and 2030. In 2017, the electricity needs will reach 25.4 trillion kWh. Solar energy that can be generated for the entire Indonesian mainland which has an area of ± 2 million km² with a radiation distribution of 4.8 kWh/m²/day is 5.10 mW, equivalent to 112,000 gWp. In terms of technique in totality it can be said that it is feasible to operate, solar panels have an efficiency increase of 17.4%. In terms of components and regional quality that will be absorbed by PLTS and synchronized by KWH EXIM, from calculations with a performance ratio yielding 81%, so the system is technically said to be feasible to be realized.

Keyword: Solar Cell, KWH exim, electrical energy

ABSTRAK

Memasuki abad 21, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis. Sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat, utamanya di negara-negara industri akan meningkat sampai 70% antara tahun 2000 sampai dengan 2030. Pada tahun 2017, kebutuhan energi listrik mencapai 25,4 trilyun kWh. Energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas ± 2 juta km² dengan distribusi penyinaran sebesar 4,8 kWh/m²/hari adalah sebesar 5,10 mW atau setara dengan 112.000 gWp. Dari segi teknik secara totalitas bisa dikatakan layak untuk dioperasikan, solar panel memiliki penambahan efisiensi 17,4 %. Dari segi komponen dan kualitas wilayah yang akan diserap oleh PLTS dan disinkronisasikan oleh KWH EXIM, dari perhitungan dengan performance ratio menghasilkan 81%, sehingga sistem secara teknik ini dikatakan layak untuk direalisasikan.

Kata kunci: Cel surya, KWH exim, Energi listrik

1. PENDAHULUAN

Energi (daya) merupakan syarat utama untuk melakukan pekerjaan atau kegiatan meliputi listrik, energi mekanik, energi elektromagnetik, energi kimia, energi nuklir dan panas. Memasuki abad 21, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis. Sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat, utamanya di negara-negara industri akan meningkat sampai 70% antara tahun 2000 sampai dengan 2030. Pada tahun 2017, kebutuhan energi listrik mencapai 25,4 trilyun kWh. Namun sumber energi primer (minyak dan gas bumi) hanya mampu menyumbang 14,5 Trilyun kWh.

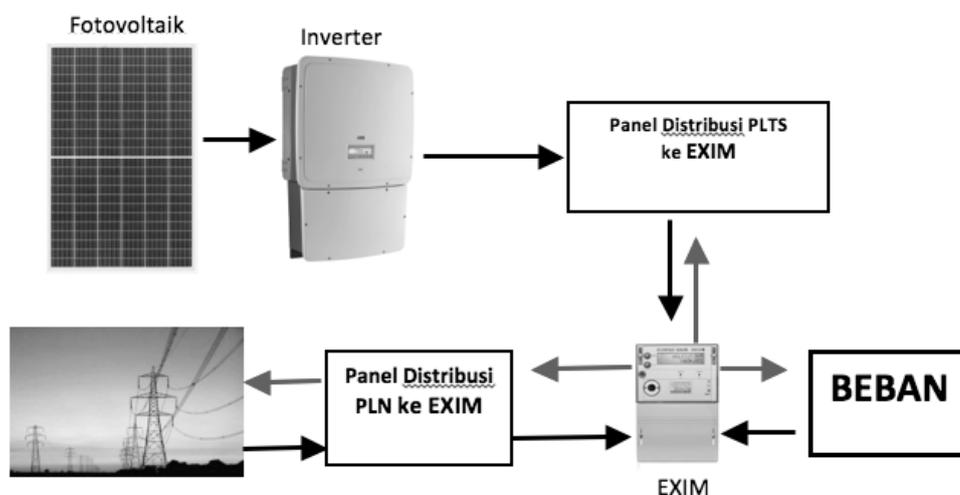
Energi surya merupakan energi yang potensial dikembangkan di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah khatulistiwa. Energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas ± 2 juta km² dengan distribusi penyinaran sebesar 4,8 kWh/m²/hari adalah sebesar 5,10 mW atau setara dengan 112.000 gWp. Oleh karena itu energi surya memiliki keunggulan-keunggulan dibandingkan dengan energi fosil, diantaranya:

1. Sumber energi yang mudah didapatkan.
2. Ramah lingkungan.
3. Sesuai untuk berbagai macam kondisi geografis.
4. Instalasi, pengoperasian dan perawatan mudah.

2. METODE PENELITIAN

Konsep tentang Perancangan PLTS sistem On grid dengan gedung STT-PLN ini membutuhkan beberapa tahapan penyelesaian. Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan diantaranya adalah sebagai studi Literatur, yaitu mengumpulkan data-data dari buku referensi dan jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian, kemudian Identifikasi masalah, yaitu dengan merumuskan latar belakang masalah pada penelitian yang dilakukan hingga tujuan dalam melakukan penelitian ini, dan untuk Observasi, yaitu pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung pada instalasi gedung stt-pln yang terhubung dengan PLTS.

Berikut ini adalah gambar dari sistem konsep atau perencanaan dari PLTS on-grid, dimana kebutuhannya tidak membutuhkan baterai dalam perakitan nya.



Gambar 1. Konfigurasi Sistem Konsep On-grid

Secara singkat dijelaskan bahwa dari skema konsepnya, hasil energi yang dari PLTS akan diubah oleh inverter dari DC ke AC, yang kemudian akan di sesuaikan jalurnya oleh panel distribusi, dan dari antara panel distribusi outputnya akan masuk ke alat ukur EXIM yang akan mensinkronisasikan ke beban (konsumen) dan ke jaringan jala-jala PLN.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perencanaan Sistem On Grid

Potensi radiasi matahari, Radiasi matahari merupakan sumber energi utama bagi pembangkit listrik tenaga surya. Potensi radiasi matahari suatu kota dapat diketahui dengan beberapa cara yaitu dengan menggunakan alat luxmeter, termometer, dan menggunakan aplikasi Meteororm atau dengan melihat potensi radiasi matahari pada website resmi NASA. Pada penelitian ini untuk mengetahui potensi radiasi matahari maka data yang di dapatkan adalah data dari website resmi NASA.

Tabel 1. Radiasi matahari

No.	Bulan	Radiasi Matahari (kWh/m ² /hari)	No.	Bulan	Radiasi Matahari (kWh/m ² /hari)
1.	Januari	3.67	7	Juli	4.03
2.	Februari	4.00	8.	Agustus	4.33
3.	Maret	3.97	9.	September	4.31
4.	April	4.22	10.	Oktober	4.17
5.	Mei	3.81	11.	November	3.78
6.	Juni	3.61	12.	Desember	3.89
Rata – rata					3.98

Selain mempertimbangkan masalah potensi radiasi matahari, untuk merancang PLTS di suatu daerah tertentu juga perlu mempertimbangkan temperaturnya. Berikut adalah data mengenai temperaturnya;

Tabel 2. Rata-rata temperature

Bulan	Average .temp° C	Bulan	Average .temp° C
Januari	26.7	Juli	27.2
Februari	26.7	Agustus	27.2
Maret	27.2	September	27.8
April	27.8	Oktober	28.3
Mei	27.8	November	27.8
Juni	27.8	Desember	27.2
Rata – rata			27,5

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa suhu (temperatur) rata-rata sebesar 27.5°C. Temperatur tertinggi berada pada bulan oktober yaitu sebesar 28.3°C dan temperatur terendah berada pada bulan januari dan februari yaitu sebesar 26.7°C.

3.2. Menentukan Sistem PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya yang akan dirancang ini merupakan pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem *on grid*. Energi yang dihasilkan oleh PLTS tersambung dengan jaringan listrik PLN dan juga akan digunakan untuk mensuplai beban peralatan-peralatan listrik lainnya.

a. Solar Panel

Dalam perancangan ini, digunakan panel surya yang tersedia dipasaran dan sudah tersertifikasi untuk memudahkan dalam pemilihan peralatan. Data pada spesifikasi panel surya ini nanti digunakan untuk menentukan jumlah seri dan paralel pada rangkaian. Panel surya yang digunakan yaitu RECxxxTP2S 72 350Wp. Panel surya yang digunakan ini merupakan jenis *Polycrystalline* yang memiliki nilai efisiensi sebesar 17,4 %. Dengan kondisi daerah yang memiliki suhu (*temperature*) rata-rata sebesar 27,5° C dan sering berawan maka pilihan yang tepat bila menggunakan panel surya jenis *polycrystalline*.

Tabel 3. Spesifikasi panel surya REC 350TP2S72

ELECTRICAL DATA	REC350TP2S72
Nominal Power- P_{MPP} (WP)	350
Watt Class Sorting – (W)	-0/+5
Nominal Power Voltage- V_{MPP} (V)	38.9
Nominal Power Current- I_{MPP} (A)	9.00
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	46.7
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	9.72
Panel Efficiency (%)	17.4
MECHANICAL DATA	
Dimensions (LxWXH /mm)	2005 x 1001 x 30
Area (m ²)	2.01
Weight (kg)	22

b. Inverter

Dalam perancangan ini digunakan inverter yang sudah ada dipasaran dan sudah tersertifikasi sehingga memudahkan dalam pemilihan peralatan. Inverter yang digunakan adalah inverter dengan merk ABB TRIO-20.0-TL-OUTD dengan kapasitas atau 20 kW.

Tabel 4. Spesifikasi Inverter ABB TRIO-20.0-TL-OUTD

Technical data and types		
Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
Input side		
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	1000 V	
Start-up DC input voltage (V_{start})	430 V (adj. 250...500 V)	
Operating DC input voltage range ($V_{min,op}...V_{max,op}$)	0.7 x $V_{start}...950$ V (min 200 V)	
Rated DC input voltage (V_{dc})	620 V	
Rated DC input power (P_{dc})	20750 W	28600 W
Number of independent MPPT	2	
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPT,max}$)	12000 W	16000 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{dc}	440...800 V	500...800 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [800 V ≤ V_{MPPT} ≤ 950 V]	
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{dc} , max unbalance example	12000 W [480 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] the other channel: P_{dc} - 12000 W [350 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V]	16000 W [500 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] the other channel: P_{dc} - 16000 W [400 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V]
Maximum DC input current ($I_{dc,max}$) / for each MPPT ($I_{MPPT,max}$)	50.0 A / 25.0 A	64.0 A / 32.0 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	30.0 A	40.0 A
Number of DC input pairs for each MPPT	1 (4 In -S2X, -S2F, -S1J, -S2J versions)	1 (5 In -S2X and -S2F versions, 4 In -S1J and -S2J)
DC connection type	PV quick fit connector ^{*)} / Screw terminal block on Standard and -S2 versions	
Input protection		
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes, 4	
Input over voltage protection for each MPPT - plug in modular surge arrester (-S2X, -S1J and -S2J versions)	-S2X: Type 2; -S1J, -S1J: Type 1+2	
Photovoltaic array Isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	40 A / 1000 V	
Fuse rating (versions with fuses)	15 A / 1000 V	
Output side		
AC grid connection type	Three-phase 3W+PE or 4W+PE	
Rated AC power (P_{ac} @ $\cos\phi=1$)	20000 W	27600 W
Maximum AC output power ($P_{ac,max}$ @ $\cos\phi=1$)	22000 W ^{*)}	30000 W ^{*)}
Maximum apparent power ($S_{ac,max}$)	22200 VA	30670 VA
Rated AC grid voltage (V_{ac})	400 V	
AC voltage range	320...480 V ^{*)}	
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	33.0 A	45.0 A
Contributory fault current	35.0 A	46.0 A
Rated output frequency (f_o)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ^{*)}	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{ac}=20.0$ kW, ± 0.8 with max 22.2 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{ac}=27.6$ kW, ± 0.8 with max 30 kVA
Total current harmonic distortion	< 3%	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland PG36	
Output protection		
Anti-Islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	50.0 A	63.0 A
Output overvoltage protection - varistor	4	
Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester (-S2X version)	4 (Type 2)	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	98.2%	
Weighted efficiency (EURO/CEC)	98.0% / 98.0%	
Feed in power threshold	40 W	
Night consumption	< 0.6 W	
Communication		
Wired local monitoring	PVI-USB-R5232_485 (opt.)	
Remote monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.), VSN700 Data Logger (opt.)	
Wireless local monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.)	
User Interface	Graphic display	

c. Menghitung kapasitas PLTS

Berdasarkan atas PERMEN ESDM No. 12 Tahun 2017 pada BAB V pasal 5 ayat 3 yang berbunyi “ Dalam hal BPP Pembangkitan di system ketenagalistrikan setempat di atas rata-rata BPP Pembangkit nasional, harga pembelian tenaga listrik dari PLTS fotovoltaik sebagaimana dimaksud pada ayat (2) paling tinggi sebesar 85 % (delapan puluh lima persen) dari BPP Pembangkitan di system ketenagalistrikan setempat”.

Berdasarkan survey yang dilakukan, daya listrik pada golongan R3> yang sebesar 33.000 VA. Setelah mengetahui berapa jumlah KVA yang terpasang, maka kita dapat mengetahui berapa kapasitas PLTS yang akan di pasang. Untuk menentukan kapasitas maksimum PLTS system ongrid yang dapat terpasang yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kap. PLTS} &= 33.000 \text{ VA} \times 85\% \\ &= 28.050 \text{ VA} \end{aligned} \quad (1)$$

Berdasarkan dari permintaan pelanggan, beban yang disuplai oleh PLTS hanya 60 % saja. maka kapasitas PLTS yang terpasang yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Kap. PLTS Terpasang} &= 33.000 \text{ VA} \times 60\% \\ &= 19.800 \text{ VA} \\ &\approx 20 \text{ kWp} \end{aligned}$$

d. Menghitung Jumlah Modul

Untuk menentukan berapa jumlah modul yang sesuai dengan perancangan ,sesuai dengan kapasitas beban yang digunakan maka harus diketahui terlebih dahulu berapa kapasitas modul yang akan dipakai. Pada perencanaan kali ini modul yang akan digunakan adalah modul jenis *Polycrystalline* dengan kapasitas 350 Wp. Adapun cara untuk mentukan jumlah modul dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Jumlah Modul} = \frac{\text{Kap.PLTS}}{\text{Kap.Modul}} \quad (2)$$

$$\text{Jumlah Modul} = \frac{20000 \text{ wp}}{350 \text{ wp}}$$

$$\text{Jumlah Modul} = 57,14 \approx 60 \text{ unit}$$

Perhitungan Seri Paralel Modul Surya

Perhitungan konfigurasi seri-paralel dalam perencanaan sangat penting. Karena dengan perhitungan ini dapat diketahui tegangan dan arus input DC dari panel surya ke *inverter*. Adapun perhitungan untuk menentukan banyaknya modul yang di seri maupun diparalel adalah sebagai berikut:

Diketahui:

<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	: 46,7 V
<i>Maximum Power Voltage (Vmp)</i>	: 38,9 V
<i>Maximum Power Current (Imp)</i>	: 9,00 A
<i>Maximum Power Current Input inverter</i>	: 50 A
<i>Minimum Power Voltage Inverter</i>	: 200 V
<i>Maximum Power Voltage Inverter</i>	: 1000 V

Pengaturan Seri-Paralel Panel Surya

1. Rangkaian Seri Minimal

$$\text{Minimal modul seri perstring} = \frac{V_{min \text{ Inverter}}}{V_{oc \text{ modul}}} \quad (3)$$

$$\text{Minimal modul seri perstring} = \frac{200 \text{ v}}{46,7 \text{ v}} = 4,28 = 5 \text{ unit}$$

2. Rangkaian Seri Maksimal

$$\text{Maksimal modul seri perstring} = \frac{V_{max \text{ Inverter}}}{V_{mp \text{ modul}}} \quad (4)$$

$$\text{Maksimal modul seri perstring} = \frac{1000 \text{ v}}{38,9 \text{ v}} = 25,7 = 26 \text{ unit}$$

3. Rangkaian Paralel Maksimal

$$\text{Maksimal modul seri perstring} = \frac{I_{max \text{ Input Inverter}}}{I_{mp \text{ modul}}} \quad (5)$$

$$\text{Maksimal modul seri perstring} = \frac{50 \text{ A}}{9,00 \text{ A}} = 5,55 = 5 \text{ unit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka dengan jumlah modul surya 60 buah dapat disusun 15 unit modul diseri dan 4 unit modul disusun secara paralel. Maka diperoleh perhitungan arus dan tegangannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Besar arus} &= \text{Arus panel surya} \times \text{Jumlah paralel panel} & (6) \\ &= 9 \text{ A} \times 4 \text{ unit} \\ &= 36 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar tegangan} &= V_{mp} \times \text{jumlah seri panel surya} & (7) \\ &= 38,9 \times 15 \text{ unit} \\ &= 583,5 \text{ V} \end{aligned}$$

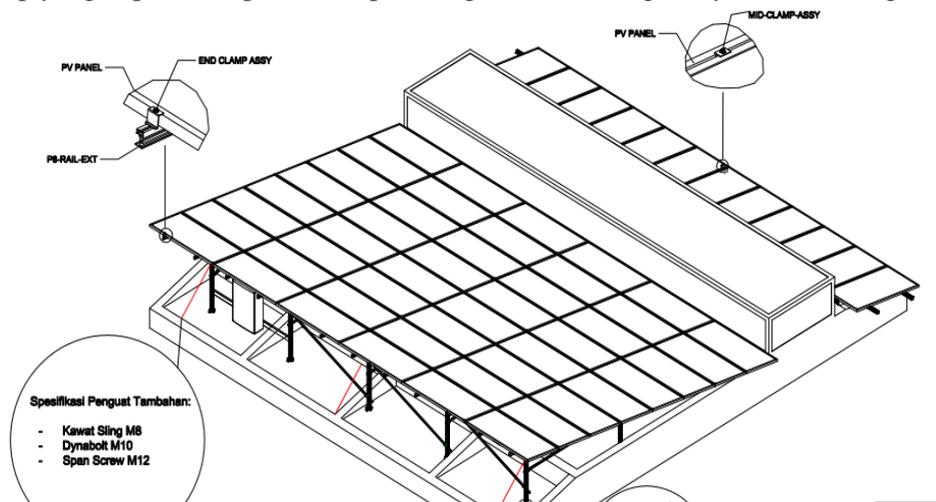
e. Menentukan jarak antar masing masing string

Setelah mengetahui jumlah modul surya yang akan dipasang maka untuk perencanaan pemasangan panel surya, perlu diperhatikan arak antar string panel. Jarak antar string dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini;

$$\begin{aligned} d &= Lx \left(\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\tan \beta} \right) & (8) \\ &= 1.76 \text{ meter} \end{aligned}$$

f. Area array

Area ini memiliki luas rooftop yang luas yang dapat dijadikan tempat pelakan PLTS yaitu 12.5 m x 12.6 m atau seluas 157,5 m² dengan luas PV array yaitu sekitar 120,42 m². Adapun rooftop yang dapat ditempati untuk pembangkit listrik tenaga surya adalah sebagai berikut;



Gambar 2. Area Pemasangan PLTS

Setelah mengetahui jumlah modul surya yang akan dipasang, maka perlu dihitung berapa total luas yang akan dipakai untuk pemasangan modul, perhitungan luas area modul yang akan digunakan, dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{a. Panjang total modul} &= \text{panjang modul} \times 4 \text{ paralel} & (9) \\ &= 2005 \text{ mm} \times 4 \\ &= 8020 \text{ mm} \\ &= 8,02 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Lebar total modul} &= \text{lebar modul} \times 15 \text{ seri} & (10) \\ &= 1001 \text{ mm} \times 15 \\ &= 15015 \text{ mm} \\ &= 15,015 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Luas area total} &= \text{panjang total} \times \text{lebar total} & (11) \\
 &= 8,02 \times 15,015 \\
 &= 120,4203 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

g. Menghitung Energi Modul Surya

Berdasarkan luas area maka dapat dihitung dengan persamaan:

$$El = PV \text{ array} \times npv \times TCF \times nout \times Gav \quad (12)$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{saat temp. naik } 0.8^\circ\text{C}} &= 0.45\% \text{ per } ^\circ\text{C} \times \text{PMPP} \times \text{kenaikan temperatur} \\
 &= 0.45\% \times 350 \times 0.8^\circ\text{C} \\
 &= 1.344 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Ket: PMPP = Daya Maksimum Keluaran Panel Surya

Untuk daya keluaran maksimum pada panel surya saat temperaturnya naik menjadi 28.3° C dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{PMPP saat naik menjadi } t^\circ\text{C} = \text{PMPP} - P_{\text{saat naik } 0.8^\circ\text{C}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PMPP saat naik } 0.8^\circ\text{C} &= 350 \text{ W} - 1.344 \text{ W} \\
 &= 348.656 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

h. Menghitung Kapasitas Inverter

Pemilihan *inverter* dapat disesuaikan dengan kapasitas daya layanan. Perhitungan kapasitas *inverter* berdasarkan energi kWh yang didapat dari hasil perhitungan, kapasitas PLTS yang dirancang yaitu sebesar 20 kW sehingga *inverter* yang digunakan juga inverter dengan kapasitas 20 kW.

3.3. Menghitung Energi Output dari Modul Surya

Daya *input* yang diterima modul surya dari radiasi matahari tidak 100 % masuk ke *inverter* karena dipengaruhi oleh rugi-rugi/*losses* komponen dan sistem, berikut perhitungan daya hingga energi yang dihasilkan:[7]

Table 5. Perhitungan daya yang dihasilkan

Daya PV	350 Wp	
	Besarnya nilai Losses	Daya
<i>Losses Manufacture (Power Tolerance)</i>	3% (0,97)	339,5 W
<i>Losses dirt/ kotoran (debu, kotoran burung, dll)</i>	5% (0,95)	322,52 W
<i>Losses temperature module</i>	5,7% (0,943)	304,14 W
<i>Losses kabel</i>	5% (0,95)	288,93 W
Total <i>Losses</i>	61,07 W	
Total daya output PV	350 W – 61,07 W	288,93 W

Sumber: Bien, Kasim & Wibowo, 2008:41 dalam bukunya Mark Hankins, 1991:68

$$\begin{aligned}
 \text{Energi output PV} &= \text{daya output PV (termasuk rugi-rugi)} \times \text{jumlah PV} & (13) \\
 &= 288,93 \text{ Watt} \times 60 \text{ unit} \\
 &= 17335 \text{ watt} \approx 17 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Apabila data yang digunakan adalah radiasi matahari terendah 3,61 maka energi yang dihasilkan panel dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{out} &= P_i \times \text{radiasi matahari minimum} & (14) \\ &= 17 \text{ kW} \times 3,61 \text{ h} \\ &= 61,37 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jika menggunakan data radiasi matahari tertinggi yaitu 4,33 maka :

$$\begin{aligned} P_{out} &= P_i \times \text{Radiasi matahari maximum} & (15) \\ &= 17 \text{ kW} \times 4,33 \text{ h} \\ &= 73,61 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jika ingin menghitung energi yang dihasilkan rata-rata pertahun, maka data radiasi yang digunakan adalah radiasi rata-rata, atau disebut Peak Sun Hour (PSH) dengan nilai 3,98 h

$$\begin{aligned} P_{out} &= P_i \times \text{PSH} & (16) \\ &= 17 \text{ kW} \times 3,98 \text{ h} \\ &= 67,66 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\text{Energi Yield} = \text{energy output} \times 365 \text{ hari}$$

$$\text{Energy yield} = 67,66 \text{ kWh} \times 365 \text{ hari} = 24.695 \text{ kWh/tahun}$$

3.4. Menghitung Performance Ratio

Performance Ratio (PR) adalah ukuran suatu kualitas sistem dilihat dari energi tahunan yang dihasilkan. Apabila sistem tersebut nilai PR nya berkisar 70-90 %, maka sistem tersebut dapat dikatakan layak. Untuk mengetahui *performance ratio* maka dapat dihitung dengan cara berikut:

$$PR = \frac{E_{sistem}}{E_{ideal}} \quad (17)$$

$$E_{ideal} = P_{array\ STC} \times H_{tilt} \quad (18)$$

$$H_{tilt} = \text{PSH} \times 365$$

$$H_{tilt} = 3.95 \times 1000 \times 365 = 1441,7 \text{ kWh/m}^2$$

H_{tilt} adalah rata-rata radiasi matahari sehingga rata-rata radiasi matahari selama satu tahun yaitu sebesar 1441,7 kWh/m²

$$E_{ideal} = P_{array\ STC} \times H_{tilt}$$

$$E_{ideal} = 350 \text{ Wp} \times 60 \text{ modul} \times 1441,7 \text{ h/tahun}$$

$$E_{ideal} = 30.275,7 \text{ kWh/tahun}$$

Sehingga performance rasio nya adalah :

$$PR = \frac{24.695 \text{ kWh/tahun}}{30.275,7 \text{ kWh/tahun}} = 0,81 \approx 81 \%$$

Dari perencanaan ini diperoleh *performance ratio* sebesar 81 % sehingga dapat dikatakan bahwa sistem ini layak direalisasikan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil laporan ini didapat kesimpulan diantaranya, Dari segi teknik secara totalitas bisa dikatakan layak untuk dioperasikan, solar panel memiliki efisiensi 17,4 % dan dari segi komponen dan kualitas wilayah yang akan diserap oleh PLTS dan disinkronisasikan oleh KWH EXIM, dari perhitungan dengan *performance ratio* menghasilkan 81%, sehingga sistem secara teknik ini dikatakan layak untuk direalisasikan.

Adapun saran yang dari implementasi PLTS ini, Dalam penerapan yang riil di masyarakat ternyata regulasinya masih belum banyak menguntungkan masyarakat yang akan membuat

pembangkit energi terbarukan ini dan Bahan dan komponen semua material PLTS dan penunjangnya ini, andaikan bisa dibuat di dalam negeri sendiri akan menjadi lebih murah dan sangat bermanfaat bagi masyarakat yang akan mengimplementasikan PLTS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang memiliki keistimewaan dan pemberian segala kenikmatan besar, baik nikmat iman, kesehatan dan kekuatan didalam penyusunan skripsi ini. Salawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Sayyidina Muhammad SAW. keluarga dan para sahabatnya sampai kelak akhir zaman. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Panitia lembaga LPPM, Ibu dan Bapak team, disela-sela rutinitasnya namun tetap meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk, dorongan, saran dan arahan sejak rencana penelitian hingga selesainya penulisan laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bachtiar, M. Prosedur Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (*Solar Home System*). Jurnal SMARTek, Vol. 4, No.3, Solarex, 1996, Discover the Newest Work Power, Frederick Court, Maryland, USA. (2006).
- [2] GET STT PLN. Silabus PLTS (Edisi Pertama). Jakarta, Indonesia. (2017).
- [3] Manan, Saiful. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisiesan, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia. Jakarta, Indonesia. (2012).
- [4] Panel Surya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), panelsurya.com. (2017).
- [5] S.G., Ramadhan ; Ch. Rangkuti. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. Jakarta, Indonesia
Wikipedia.org. Solar Cell. http://en.wikipedia.org/wiki/solar_cell. Disunting tanggal 22 Maret 2015. (2016)
- [6] Yuwono, B. Optimasi panel sel surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler AT89C5. Dalam B. Yuwono , Optimasi panel sel surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler AT89C5 (hal. 11). surakarta: Budi yuwono. (2005).
- [7] R. A. Diantari, I. Pujotomo, *Calculation Of Electrical Energy With Solar Power Plant Design, International Seminar on Intelligent Technology and its Applications (ISITIA)*, 28-30 July, Lombok, Indonesia. (2017).