

## Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On-Grid* Dengan Sistem *DC Coupling* Berkapasitas 17 kWp Pada Gedung

Slamet Hani<sup>1)</sup>, Gatot Santoso<sup>2)</sup>, Subandi<sup>3)</sup>, Nur Arifin<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup>Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Jl. Kalisahak No.28 Balapan Yogyakarta  
Telp. (0274) 563029, Fak. (0274) 563847

Website: [www.akprind.ac.id](http://www.akprind.ac.id), Email: [shah.akprind@gmail.com](mailto:shah.akprind@gmail.com)

**Abstrak** – Energi surya yang melimpah di wilayah Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan kebutuhan listrik yang makin hari makin meningkat maka listrik dari PLN tidak memungkinkan memenuhi permintaan di seluruh wilayah Indonesia. Apabila masyarakat ikut andil dalam menjaga bumi ini dengan berupaya memproduksi listrik sendiri dengan sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) baik itu sistem *On-Grid* maupun *Off-Grid*, sehingga dapat menekan dampak negatif dari pembangkit listrik tenaga thermal yang umum digunakan saat ini di berbagai sisi kehidupan.

Perencanaan dan simulasi PLTS dilakukan dengan menggunakan software PvSyst 6.8.4 kemudian dianalisis dan hasilnya berupa report yang terstruktur, dengan rumusan-rumusan tertentu sesuai dengan parameter yang dibutuhkan mulai dari estimasi kebutuhan daya. Keabsahan data dalam suatu tindakan penelitian atau inspeksi memperoleh ketepatan dan validasi data dengan data pra perancangan awal, dalam hal ini blueprint gedung hunian dalam keakuratan pemasangan jumlah fotovoltaik pada atap gedung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PLTS memiliki performa sistem sebesar 75,4% yang dapat memenuhi 42.16% dari total kebutuhan listrik yang diperkirakan mampu dilayani oleh PLTS atau dengan kata lain memenuhi 34.01% dari total kebutuhan listrik gedung Graha cendekia Yogyakarta.

**Kata kunci:** *On-Grid*, PLTS, pembangkit listrik, PLN.

**Abstract** – Solar energy which is abundant in the territory of Indonesia has not been utilized optimally, while the demand for electricity which is increasing day by day means that electricity from PLN does not allow to meet the demand throughout Indonesia. If the community takes part in protecting this earth by trying to produce their own electricity with the PLTS (Solar Power Plant) system, both *On-Grid* and *Off-Grid* systems, so that it can reduce the negative impact of thermal power plants commonly used today in various side of life

PLTS planning and simulation were carried out using the PvSyst 6.8.4 software then analyzed and the results were in the form of a structured report, with certain formulations according to the required parameters starting from the estimated power requirements. The validity of the data in an act of research or inspection obtains the accuracy and validation of the data with the preliminary pre-design data, in this case the residential building blueprint in the accuracy of the installation of the number of photovoltaics on the roof of the building.

The results showed that PLTS has a system performance of 75.4% which can meet 42.16% of the total electricity demand that is estimated to be served by PLTS or in other words it meets 34.01% of the total electricity needs of the Graha Cendekia Yogyakarta building.

**Keywords:** *On-Grid*, PLTS, power plants, PLN.

### 1 PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah tropis yang mana energi surya sangat melimpah dengan intensitas radiasi surya rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup> setiap hari, sumber energi surya tersebut belum dimanfaatkan sepenuhnya.

Dipresentasikan pada Tanggal 28 November 2020  
Copyright © 2020 FT - UHAMKA. - All rights reserved

Kebutuhan energi listrik yang setiap hari meningkat yang nantinya listrik dari PLN tidak mungkin memenuhi kebutuhan di seluruh wilayah Indonesia.

Apabila masyarakat ikut andil dalam menjaga bumi ini dengan berupaya memproduksi listrik sendiri dengan sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga

DOI: 10.22236/teknoka.v5i.300

156

Surya) baik itu sistem *On-Grid* maupun *Off-Grid*, sehingga dapat menekan dampak negatif dari pembangkit listrik tenaga *thermal* yang umum digunakan saat ini di berbagai sisi kehidupan. [1].

Berdasarkan latar belakang di atas maka masalah yang akan diteliti dapat dirumuskan bagaimana merencanakan estimasi kebutuhan beban pada gedung Graha Cendekia Yogyakarta, merencana PLTS sistem *On-Grid DC Coupling* pada gedung hunian berbasis PvSyst 8.6.4 mulai dari modul fotovoltaik, SCC dan baterai nserta mensimulasi unjuk kerja PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sistem *On-Grid DC Coupling* pada gedung hunian berbasis PvSyst 8.6.4.

Tujuan penelitian merupakan sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian, cara merencanakan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sistem *On-Grid DC Coupling* pada gedung hunian berbasis PvSyst 8.6.4, simulasi unjuk kerja PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sistem *On-Grid DC Coupling* pada gedung hunian berbasis PvSyst 8.6.4 dan memperoleh sistem penyedia daya dengan nilai ekonomis yang tinggi serta investigasi energi terbarukan *Hybrid* PLN – *Solar cell*.

Dalam penelitian digunakanlah metode pengambilan data primer (hardcopy) secara langsung dari proyek pembangunan gedung Graha Cendekia Yogyakarta untuk menginspeksi dan memastikan proyek pembangunan gedung sesuai dengan gambar atau *blueprint*. Setelah data didapatkan langkah berikut dilakukan merancang pemodelan PLTS menggunakan *software* PVSyst 6.8.4 mulai dari pemodelan bentuk gedung, pemodelan larik modul fotovoltaik, menentukan sudut azimuth dan simulasi.

Pembangkit tenaga listrik yang berkembang dengan pesat, khususnya dalam usaha pemerintah untuk mencapai rasio kelistrikan mencapai >70% pada tahun 2012, dengan kebutuhan hal ini maka sangatlah penting peranan fotovoltaik. Teknologi fotovoltaik ini banyak digunakan karena lokasi yang akan dialiri listrik berada pada lokasi yang sangat jauh dan terisolir seperti daerah pulau-pulau terluar dan terpisah oleh gunung/bukit. Hal ini untuk menarik jaringan listrik dari eksisting yang ada secara teknis sangatlah menyulitkan. [2].

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) tersebar SHS (*solar home sistem*) sudah banyak digunakan baik di perkotaan maupun di daerah pedesaan yang jauh dari pemukiman, karena desainya cukup sederhana dan harganya juga relatif murah. Pada saat ini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) juga dikombinasikan dengan energi lain seperti energi angin, mikro hidro dan diesel atau sering disebut PLTS Hibrid yang bertujuan untuk mendapatkan energi yang lebih tinggi, bahkan sekarang sudah di manfaatkan di

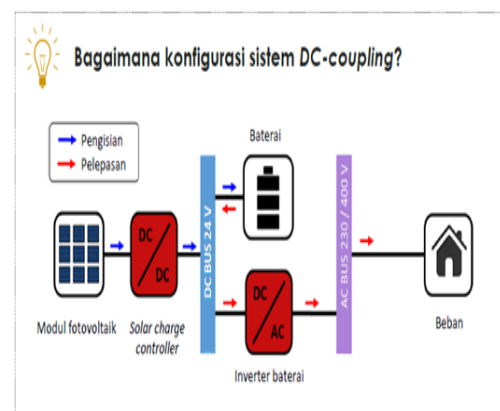
rumah pribadi untuk membeac-up aliran listrik jika terjadi pemadaman dari PLN.[3].

## 2 LANDASAN TEORI

Teknologi yang menggunakan sel photovoltaik untuk mengubah dari sinar matahari (surya) menjadi energi listrik yang nantinya dapat langsung digunakan ke beban (*self consumption*) atau disebut PLTS *On-Grid* juga untuk *charging* baterai dan selebihnya akan disalurkan ke dalam jaringan PLN. Sistem ini memiliki keunggulan lebih hemat biaya bila dibandingkan system *Off-Grid*, sebab pada system *Off-Grid* memerlukan komponen pembangkitan listrik yang lebih banyak tergantung dari pada permintaan beban dari konsumen. Meski demikian, disisi lain system *On-Grid* harus memiliki system yang handal sebab pada system ini terjadi system *switching* antara PLN dan PLTS dalam kurun waktu yang telah ditentukan pada system kontrol, dan dengan alasan ini pula system *On-Grid* dapat dikatakan lebih rumit dan memerlukan system control yang handal.

Pada umumnya konfigurasi sistem PLTS yang digunakan ada dua jenis yang pertama sistem penyambungan AC atau *AC-coupling* dan yang kedua penyambungan DC atau *DC-coupling* [4].

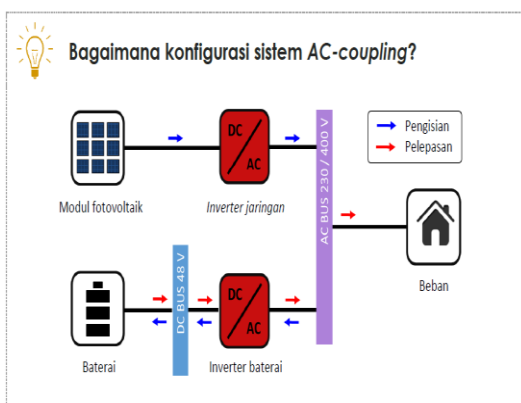
Pada sambungan sistem *DC-coupling* rangkaian modul fotovoltaik di hubungkan pada sisi DC sistem PLTS melalui *solar charge controller*. Sedangkan sistem *AC-coupling* rangkaian modul surya dan baterai di sisi AC dihubungkan melalui inverter jaringan dan inverter baterai. Bila kelebihan daya yang tidak digunakan beban, maka daya tersebut akan dikonversi kembali ke DC oleh inverter baterai dan selanjutnya energi akan disimpan dalam baterai. Untuk contoh sistem PLTS dalam konfigurasi *DC-coupling* dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Sistem PLTS Konfigurasi DC Coupling.

Perbedaan antara sistem *AC-coupling* dengan *DC-coupling* terletak pada inverter jaringan. Pada konfigurasi *AC-coupling* fotovoltaik dan baterai dihubungkan di bus AC melalui inverter jaringan dan inverter baterai. Modul fotovoltaik yang terhubung ke inverter jaringan terlebih dahulu tegangan diubah dari DC menjadi AC. Daya yang dihasilkan oleh rangkaian modul fotovoltaik langsung dapat digunakan oleh beban pada siang hari dan kelebihanannya digunakan untuk mengisi baterai melalui inverter baterai pada saat yang bersamaan [5].

Untuk inverter baterai dalam sistem *AC-coupling* bekerja secara dua arah (*bidirectional*). Peralatan ini berfungsi sebagai mengatur pengisian baterai (*charger*) pada saat radiasi sinar matahari cukup, bila beban terpenuhi, dan baterai belum terisi penuh (SoC rendah). Pada saat beban melampaui jumlah daya masukan modul fotovoltaik, hal ini terjadi pada malam hari atau saat hari terjadi berawan, maka inverter akan beralih fungsi menjadi inverter mengubah arus DC-AC sehingga energy hanya dari baterai untuk memenuhi permintaan beban.

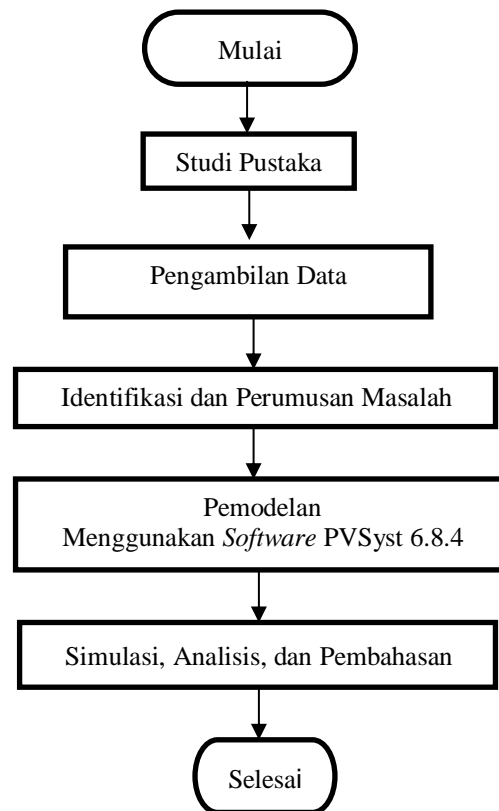


Gambar 2. Skema Konfigurasi Sistem AC-Coupling.

### 3 PERANCANGAN “SISTEM”

Metode yang digunakan dalam upaya unjuk kerja pemodelan PLTS pada gedung hunian bersifat kualitatif dan kuantitatif yang mana memanfaatkan data dan teori sebagai acuan awal dengan harapan hasil akhir sesuai dengan teori dan dapat diterapkan pada tempat yang semestinya, dalam hal ini adalah gedung hunian Graha Cendekia Yogyakarta. Keabsahan data dalam suatu tindakan penelitian atau inspeksi diharapkan agar memperoleh ketepatan dan validasi data dengan data pra perancangan awal, dalam hal ini *blueprint* gedung hunian dalam keakuratan pemasangan jumlah fotovoltaik pada atap gedung. Teknik keabsahan data diambil peneliti berdasarkan hasil pengamatan, peninjauan, evaluasi, penilaian

sumber data sekaligus persamaan-persamaan yang terdapat pada *software* PVSyst 6.8.4. Adapun diagram alir (*flow diagram*) pada proses penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini data-data yang diperlukan dari berbagai sumber yaitu antara lain sebagai berikut:

- Data primer (*hardcopy*) yang diambil langsung dari proyek pembangunan gedung Graha Cendekia Yogyakarta guna meninjau dan memastikan proyek pembangunan gedung sesuai dengan gambar atau *blueprint* yang didapat dari kepala proyek milik CV. Graha Kontruksi.
- *Softfile* AutoCAD berupa *blueprint* gedung Graha Cendekia Yogyakarta.
- Letak geografis Graha Cendekia Yogyakarta yang didapat melalui *Google Map* dan atau *Meteonorm 7.2* yang tersedia langsung pada PVSyst 6.8.4.
- Data potensi surya yang didapat dari NASA (*National Aeronautics and Spade Administration*) dan *Meteonorm 7.2* yang tersedia langsung pada *software* PVSyst 6.8.4.
- Referensi tentang EBT dan perencanaan PLTS *Hybrid* PLN – *Solar Cell*.

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* PVSyst 6.8.4 berdasarkan data yang telah didapatkan sebelumnya. Langkah awal yang dilakukan dalam

pemodelan yaitu dengan membangun gedung Graha Cendekia Yogyakarta sesuai dengan *blueprint*, membangun sistem pembangkitan energi listrik dari fotovoltaik, membangun sistem penyimpanan energi, manajemen energi, manajemen pembayaran fotovoltaik, menentukan orientasi fotovoltaik serta evaluasi ekonomi. Selanjutnya diolah dan dianalisa secara otomatis yang hasil akhirnya berupa laporan yang tersusun komprehensif. Simulasi dilakukan menggunakan program *PVSyst* untuk mendapatkan nilai daya *output* maksimal yang mampu dilakukan oleh *solar cell* pada lokasi penelitian. Menganalisis perbandingan daya *output* yang dihasilkan oleh *solar cell* secara riil dari perhitungan langsung dengan daya *output* maksimal sesuai lokasi terpasang yang diperoleh dari hasil simulasi program *PVSyst*. Simulasi dilakukan menggunakan program *PVSyst* untuk mendapatkan nilai daya *output* maksimal yang mampu dilakukan oleh *solar cell* pada lokasi penelitian. Menganalisis perbandingan daya *output* yang

dihasilkan oleh *solar cell* secara riil dari perhitungan langsung dengan daya *output* maksimal sesuai lokasi terpasang yang diperoleh dari hasil simulasi program *PVSyst*.

#### 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Berdasarkan perhitungan estimasi daya listrik didapatkanlah konsumsi listrik Graha Cendekia Yogyakarta sebesar 189.72 kW dengan rincian konsumsi listrik per item yang sudah ditentukan sebelumnya. Konsumsi listrik terbesar terdapat pada *Rice cooker* dengan total daya per hari sebesar 44.8 kWh, sedangkan konsumsi daya terendah pada lampu tidur dengan konsumsi listrik sebesar 0.8 kWh. Kebutuhan daya listrik pada Graha Cendekia Yogyakarta dapat di tabelkan pada tabel 1 sedang Rincian Pembagian Daya Berdasarkan Durasi oleh PLTS pada tabel 2 dan Jam Pelayanan Konsumsi Listrik oleh PLN berdasarkan item pada tabel 3.

**Tabel 1.** Kebutuhan Daya Listrik Graha Cendekia Yogyakarta

No	Item	Jumlah	Daya/Item	Tot. Daya	Durasi	Daya
			(Watt)	(kWh)	(Jam)	(kWh)
1	Lampu Neon	170	25	4.25	8	34
2	Lampu Tidur	32	5	0.16	5	0.8
2	<i>Water Dispenser</i>	8	200	1.6	10	16
3	<i>Air Conditioner</i>	8	735	5.88	4	23.52
4	<i>Rice Cooker</i>	32	350	11.2	4	44.8
5	Kulkas	6	200	1.2	24	28.8
6	Laptop	64	65	4.16	5	20.8
7	Setrika	6	300	1.8	1	1.8
8	Televisi	3	100	0.3	8	2.4
9	<i>Stand Fan</i>	32	35	1.12	6	6.72
10	<i>Ceiling Fan</i>	10	75	0.75	4	3
11	Mesin Cuci	2	300	0.6	2	1.2
12	Pompa Air	1	1470	1.47	4	5.88
<b>Total</b>		<b>374</b>	<b>3860</b>	<b>34.49</b>	<b>85</b>	<b>189.72</b>

Tabel 2. Rincian Pembagian Daya Berdasarkan Durasi oleh PLTS.

No	Item	Total Daya	Durasi (Jam)		Daya (kWh)	
		(kWh)	PLN	PLTS	PLN	PLTS
1	Lampu Neon	4.25	0	8	0	34
2	Lampu Tidur	0.16	0	5	0	0.8
2	Water Dispenser	1.6	5	5	8	8
3	Air Conditioner	5.88	0	4	0	23.52
4	Rice Cooker	11.2	0	4	0	44.8
5	Kulkas	1.2	9	15	10.8	18
6	Laptop	4.16	2	3	8.32	12.48
7	Setrika	1.8	1	0	1.8	0
8	Televisi	0.3	4	4	1.2	1.2
9	Stand Fan	1.12	3	3	3.36	3.36
10	Ceiling Fan	0.75	1	3	0.75	2.25
11	Mesin Cuci	0.6	1	1	0.6	0.6
12	Pompa Air	1.47	1	3	1.47	4.41
<b>Total</b>		<b>34.49</b>	<b>27</b>	<b>58</b>	<b>36.30</b>	<b>153.42</b>

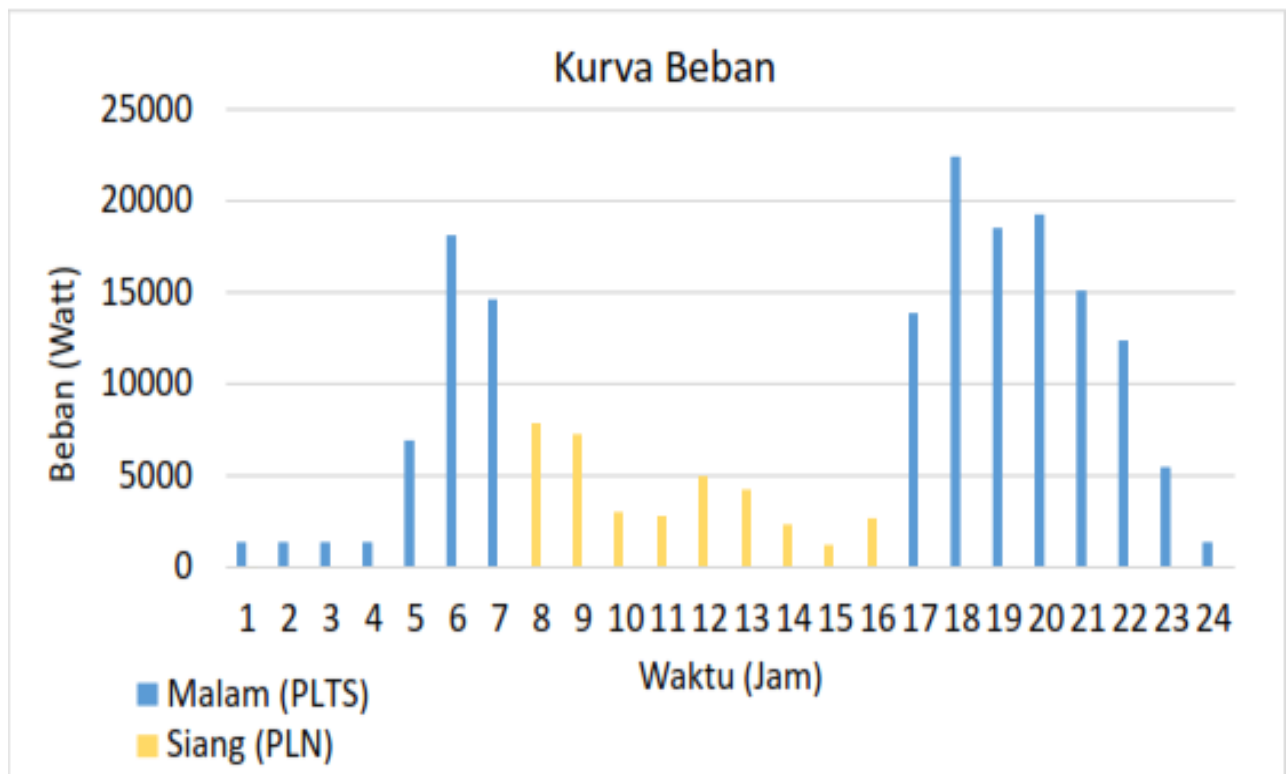
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Listrik PLTS} &= \frac{153.42}{189.72} \times 100\% \\ &= 80.87\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Listrik PLN} &= \frac{36.3}{189.72} \times 100\% \\ &= 19.13\% \end{aligned}$$

Hasil di atas menunjukkan bahwa PLTS diharapkan dapat melayani listrik sebesar 153.42 kWh (80.87%), sedangkan PLN sebesar 36.30 kWh (19.13%) dari total kebutuhan listrik gedung sebesar 189.72 kWh.

Tabel 3. Jam Pelayanan Konsumsi Listrik oleh PLN berdasarkan item

No	Item	Jumlah	Daya	Waktu	Jam								
			(Watt)	(Jam)	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Lampu Neon	170	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Lampu Tidur	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Water Dispenser	8	200	5	1	1	0	1	1	1	0	0	0
4	Air Conditioner	8	735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Rice Cooker	32	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Kulkas	6	200	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Laptop	64	65	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	Setrika	6	300	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9	Televisi	3	100	4	1	1	0	0	1	1	0	0	0
10	Stand Fan	32	35	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0
11	Ceiling Fan	10	75	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12	Mesin Cuci	2	300	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Pompa Air	1	1470	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>		<b>374</b>	<b>3860</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>



Gambar 4. Kurva Beban Berdasarkan Jam Pelayanan

Sebelum menentukan jumlah modul fotovoltaik terlebih dahulu harus mengetahui *Array Area* dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P\Delta t &= C_t \times \Delta t \times P_{nom} \\ &= 0,29 \times 2,5 \times 335 = \\ &2,51 \text{ Wp} \end{aligned}$$

Setelah  $P\Delta t$  diketahui, berikutnya adalah menentukan nilai  $P_{max t}$ , yaitu:

$$\begin{aligned} P_{max t} &= P_{nom} - P\Delta t \\ &= 335 - 2,51 = 32,49 \text{ Wp} \end{aligned}$$

Menentukan nilai TCF (*Temperatur Correction Factor*), yaitu:

$$TCF = \frac{P_{max t}}{P_{nom}} = \frac{332,49}{335} = 0,9925$$

Menentukan luas *Array* yang dihitung dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas Array} &= \frac{E_l}{G_{av} \times n_{PV} \times n_{out} \times TCF} \\ &= \frac{153,42}{4,24 \times 0,21 \times 0,98 \times 0,9925} \\ &= 177,15 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Daya yang dibangkitkan dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{wp} &= \text{Area Array} \times P_{SI} \times \eta_{PV} \\ &= 177,15 \times 1000 \times 0,21 \end{aligned}$$

$$= 37.201,42 \text{ Wp}$$

Maka jumlah modul fotovoltaik adalah:

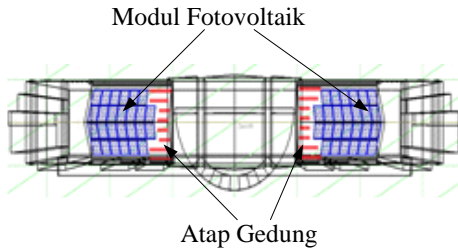
$$\begin{aligned} \text{Jumlah modul PV} &= \frac{P_{Wp}}{P_{nom}} \\ &= \frac{37.201,42}{335} \end{aligned}$$

$$= 111 \text{ Unit}$$

Hasil di atas menunjukkan bahwa jumlah modul fotovoltaik yang dibutuhkan untuk melayani kebutuhan listrik sebesar 153,42 kWh adalah sebanyak 111 unit. Selanjutnya adalah menyesuaikan hasil perhitungan dengan luas atap gedung dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah modul PV (Unit)} &= \frac{\text{Luas Atap (m}^2\text{)}}{\text{Luas PV (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{122 \text{ (m}^2\text{)}}{1,67 \text{ (m}^2\text{)}} = 73 \text{ Unit} \end{aligned}$$

Hasil di atas menunjukkan bahwa tidak lebih dari 73 unit fotovoltaik yang dapat di pasang. Selanjutnya adalah memasang modul fotovoltaik pada atap PvSyst 6.8.4.



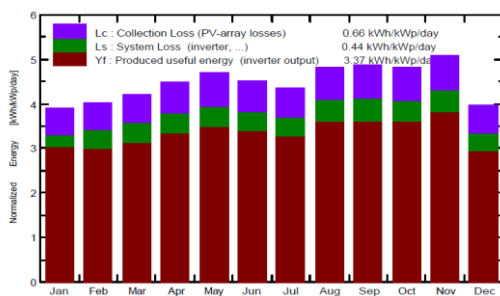
**Gambar 5.** Konfigurasi Pemasangan Modul Fotovoltaik di atap Gedung

Setelah dilakukan simulasi pemasangan modul fotovoltaik pada atap gedung ternyata hanya 52 modul fotovoltaik saja yang dapat terpasang dengan kapasitas total sebesar 17 kWp. Hal tersebut dikarenakan terdapat celah antar modul dan terdapat area kosong yang tersisa pada setiap ujung atap.

Berdasarkan simulasi PLTS yang dilakukan menggunakan Pvsyst 6.8.4, untuk memenuhi 80.87% kebutuhan listrik gedung sebesar 153 kWh/hari atau 56 MWh/tahun yang harus dilayani oleh PLTS maka didapatkanlah sistem PLTS dengan jumlah modul PV sebanyak 52 unit merk SPR-X21-335-BLK dengan Pnom sebesar 335 Wp yang terbagi menjadi 4 string dengan 2 jenis orientasi (kemiringan PV/azimuth) yaitu, 29°/0° dan 29°/180° dengan total Pnom sebesar 17.42 kWp. Pada sistem PLTS ini menggunakan 4 unit SCC Inverter merk SOFAR 4400 TL-X dengan Pnom 4 kW AC/unit sehingga didapatkanlah total Pnom inverter sebesar 16 kW AC.

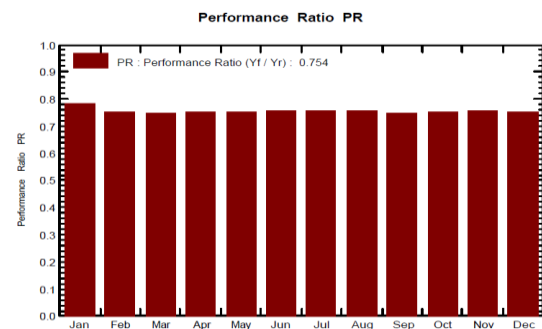
Pada bagan *Main Simulation Result* menunjukkan bahwa energi listrik yang dihasilkan sistem PLTS sebesar 23.61 MWh/tahun dengan rincian produksi energi listrik sebesar 1.355 kWh/kWp/Tahun. Ini berarti bahwa PLTS memenuhi 42.16% dari total kebutuhan listrik yang diperkirakan mampu dilayani oleh PLTS sebesar 56 MWh/tahun, atau dengan kata lain memenuhi 34.01% dari total kebutuhan listrik gedung Graha cendekia Yogyakarta sebesar 69.25 MWh/tahun. Adapun baterai sebagai penyimpan energi listrik dapat digunakan hingga masa pakai (*Lifetime*) selama 8 tahun dengan tingkat pemakaian baterai maksimal SOW (*State of Wear*) sebesar 91.7%.

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 17.42 kWp



**Gambar 6.** Grafik Produksi Energi Listrik

Pada grafik di atas menunjukkan produksi listrik dalam satuan kWh/kWp/hari dalam periode 1 tahun di setiap bulannya. Aksis warna merah (Yf) pada gambar di atas menunjukkan energi listrik AC siap pakai yang merupakan listrik keluaran dari inverter, aksis warna hijau (Ls) merupakan *losses* pada sistem konversi energi dari energi cahaya menjadi energi listrik, sedangkan aksis warna biru (Lc) merupakan *losses* pada larik modul PV. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa sistem PLTS mencapai YF tertinggi pada bulan November dan terendah pada bulan Desember, juga didapatkanlah nilai rata-rata Yf= 3.37 kWh/kWp/day, Ls= 0.44 kWh/kWp/day dan Lc= 0.66 kWh/kWp/day.



**Gambar 7** Grafik Unjuk Kerja atau PR (*Performance Ratio*)

Gambar grafik di atas merupakan performa sistem PLTS dalam periode 1 tahun di setiap bulannya. PR (*Performance Ratio*) berbanding terbalik dengan *Losses* yang ada, semakin besar *Losses* pada sistem maka performa juga akan menurun dan sebaliknya. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa sistem PLTS mencapai performa tertinggi pada bulan Januari dengan nilai sebesar 0,78 dan terendah pada bulan Maret dan September dengan nilai performa sebesar 0,74. Apabila diambil nilai rata-rata dalam 1 tahun maka didapatkanlah performa sistem PLTS sebesar 0,754 atau dengan persentasi sebesar 75,4%.

## 5 SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan perancangan PLTS *On-grid* Graha Cendekia Yogyakarta maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem PLTS memenuhi 42.16% dari total kebutuhan listrik yang diperkirakan mampu dilayani oleh PLTS atau dengan kata lain memenuhi 34.01% dari total kebutuhan listrik gedung Graha cendekia Yogyakarta.
2. Untuk melayani beban dibutuhkan modul PV sebanyak 52 dengan total kapasitas terpasang

sebesar 17.420 Wp dan memiliki performa sebesar 75,4 %.

3. Perencanaan PLTS ini menggunakan baterai merk "Narada MPG 12V200" sebanyak 80 unit dengan kapasitas total sebesar 8000 Ah sistem 24 V, DoD 80% dan dibutuhkan waktu selama 8.8 jam hingga baterai terisi penuh. Apabila *Discharging* baterai di bawah beban rata-rata maka baterai mampu melayani beban hingga 24 jam, dan mampu melayani beban pucak selama 6.9 jam saja.

Perencanaan PLTS ini menggunakan 4 unit inverter merk "SOFAR 4400TL-X" dengan kapasitas total sebesar 16 kW. Pembagian ini dilakukan agar adanya sistem *Back-up* apabila terdapat gangguan pada salah satu inverter.

## KEPUSTAKAAN

- [1] Ruskadi. (2015). *Kajian Teknis & Analisis Ekonomi PLTS Off-Grid Solar System Sebagai Sumber Alternatif Politeknik Negeri Pontianak*. Pontianak. Politeknik Pontianak.
- [2] Sianipar, Rafael. (2014). *Dasar Perencanaan PLTS*. Jakarta. Universitas Trisakti.
- [3] Ramadhani, Bagus. (2018). *Instalasi Pembangkit Listrik Dos & Don'ts*. Jakarta. Energising Development Indonesia
- [4] Vember. (2015). *Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah*. Universitas Tanjungpura.
- [5] Suantika, Ketut dkk. (2018) *Studi Penelitian Pengaruh Perubahan Posisi Terhadap Efisiensi Panel Surya LPJU By Pass Ngurah Rai*. Bali. Universitas Udayana.