

# KAJIAN PERENCANAAN PLTS TERHUBUNG KE GRID UNTUK MELAYANI SUPLAJ DAYA LISTRIK DI MENARA STT - PLN

Dewi Purnama Sari<sup>1</sup>; Novi Kurniasih<sup>2</sup>; Agus Yogiarto<sup>3</sup>

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik-PLN

<sup>1</sup>dewips1079@gmail.com, <sup>2</sup>novik1180@gmail.com; <sup>3</sup>agus.yogiarto@sttpln.ac.id

**Abstract** – In this research discusses about PLTS planning studies connected to grid to serve electrical power supply in STT-PLN tower. During this STT-PLN tower get electrical power supply sourced from PLN only where the capacity of power installed 1100 kVA with transformer capacity equal to 1250 kVA. The distribution of electrical power to the STT-PLN tower is obtained from Tolimo feeder which is connected directly to Duri Kosambi 192 Baru substation. So for that in this research made a planning of distribution of electrical power distribution with PLTS – Grid systems where PLTS system serve the use of electricity load from 08.00 WIB – 17.00 WIB, the rest only relies on electricity source from PLN. With PLTS – Grid system, the use of batteries can be eliminated. The electrical loads connected to the PLTS system and grid use the same energy as those supplied by the PLTS for a certain period of time. In this case, the grid becomes a storage or lender temporary for the fulfillment of electrical power demand. So with the application of this concept we only spend the investment cost of the PLTS system without batteries and the cost of leasing the network in the PLTS – Grid system.

**Keyword** : Planning, PLTS System, Grid

**Abstrak** – Dalam penelitian ini membahas tentang kajian perencanaan PLTS terhubung ke grid untuk melayani suplai daya listrik di menara STT-PLN. Selama ini menara STT-PLN mendapatkan suplai daya listrik hanya bersumber dari PLN saja dimana besarnya kapasitas daya terpasang 1100 kVA dengan kapasitas transformator sebesar 1250 kVA. Pendistribusian daya listrik ke menara STT-PLN ini diperoleh dari feeder Tolimo yang terhubung langsung pada gardu induk Duri Kosambi 192 Baru. Maka untuk itu dalam penelitian ini dibuat suatu perencanaan pembagian penyaluran daya listrik dengan sistem PLTS – Grid dimana sistem PLTS melayani pemakaian beban listrik dari pukul 08.00 WIB – 17.00 WIB., sisanya hanya mengandalkan sumber listrik dari PLN. Dengan sistem PLTS – Grid tersebut penggunaan baterai pun dapat ditiadakan. Beban listrik yang tersambung dengan sistem PLTS dan grid menggunakan energi yang sama dengan yang disalurkan oleh PLTS dalam jangka waktu tertentu. Dalam hal ini, grid menjadi penyimpan atau pemberi pinjaman sementara untuk pemenuhan permintaan daya listrik. Sehingga dengan penerapan konsep ini kita hanya mengeluarkan biaya investasi dari sistem PLTS tanpa baterai dan biaya sewa jaringan di sistem PLTS – Grid.

**Kata Kunci** : Perencanaan, Sistem PLTS, Grid

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang pembangunan di segala bidang dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Ini terbukti dengan kebutuhan akan energi listrik semakin hari menjadi kebutuhan pokok setiap masyarakat. Masyarakat memerlukan peningkatan jumlah energi

listrik untuk kebutuhan industri, komersial, domestik, pertanian, dan penggunaan transportasi. Kebutuhan energi listrik yang ada saat ini, sebagian besar terpenuhi oleh energi bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas alam. Namun persediaan energi fosil yang ada saat ini semakin hari kian berkurang. Jika tidak segera ditangani, kemungkinan tak terhindarkan lagi adanya krisis energi.

Untuk itu inovasi tentang energi alternatif terutama dari sumber daya alam yang tak terbatas dan ramah lingkungan sangatlah diperlukan seiring perkembangan teknologi untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat di masa yang akan datang. Dan salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah inovasi mengenai teknologi sel surya.

Penerapan inovasi teknologi sel surya dalam rangka membantu sistem penyuplaian daya listrik di menara STT-PLN dapat membantu meringankan STT-PLN dalam perihal pembayaran tagihan rekening listrik perbulannya. Selama ini STT-PLN, hanya mengandalkan sumber listrik dari pembangkit listrik konvensional berbahan bakar fosil yang dikelola oleh PLN. Adapun kapasitas daya terpasang menara STT-PLN adalah sebesar 1100 kVA dengan kapasitas trafo sebesar 1250 kVA yang mana mendapat pendistribusian daya listrik dari *feeder* Tolimo, dimana *feeder* tersebut terhubung langsung pada Gardu Induk Duri Kosambi 192 Baru.

STT-PLN merupakan sekolah tinggi yang bernaung di bawah Yayasan Pendidikan dan Kesejahteraan PT. PLN (Persero), dan didirikan sebagai upaya memenuhi tuntutan akan tenaga-tenaga ahli yang terdidik, terampil dan profesional di bidang ketenagalistrikan. Sesuai dengan semboyan PLN yang selama ini didengung-dengungkan kepada masyarakat untuk selalu hemat dalam perihal pemakaian energi listrik, maka melalui penelitian ini, diterapkanlah sistem hemat dalam pemakaian energi listrik di menara STT-PLN yang merupakan kampus tempat menghasilkan *engineer* di bidang ketenagalistrikan dan merupakan tempat yang tepat karena kampus ini merupakan ujung tombak pelaksanaan kegiatan praktek kelistrikan dan juga tempat yang paling tepat untuk melaksanakan semboyan PLN tersebut. Salah satu caranya yaitu dengan melakukan sistem pembagian dalam penyaluran daya listrik di menara STT-PLN dengan menerapkan sistem PLTS terhubung ke *grid*.

Penelitian tentang sistem PLTS terhubung ke *grid* ini sebelumnya pernah dilakukan oleh Kiki Kananda dkk., dimana

dalam penelitiannya mengangkat tentang Pengaturan Aliran Daya Sistem *Grid* Tersambung PLTS Pada Rumah Tinggal.

Muhammad Naim dkk., dalam penelitiannya mengangkat tentang Rancangan Sistem Kelistrikan *PLTS On Grid* 1500 Watt Dengan *Back Up Battery* Di Desa Timampu Kecamatan Towuti.

Berdasarkan pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan juga berdasarkan pada permasalahan yang ada yaitu mengenai besarnya tagihan rekening listrik yang selama ini dibayarkan oleh pihak STT-PLN maka kami tim dosen kelompok penelitian internal Teknik Elektro STT-PLN mencoba untuk melakukan penelitian mengenai pembagian penyaluran daya listrik dengan menerapkan sistem PLTS terhubung ke *grid* dalam melayani penyaluran daya listrik di menara STT-PLN.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (*Photovoltaic Array*)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik[8],[9]. Proses konversi ini terjadi pada modul surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS pada dasarnya merupakan pencatu daya yang dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan yang besar, yang mana digunakan secara mandiri maupun *hybrid* dengan metoda desentralisasi (SHS) maupun sentralisasi (terpusat).

Berdasarkan teknologi pembuatannya, sel surya dapat dibagi dalam tiga jenis, yaitu[3]:

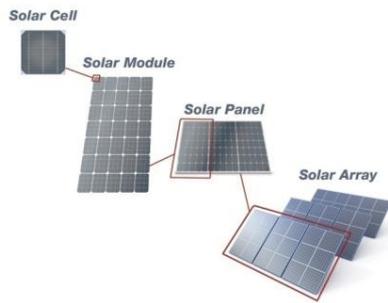
- a. *Monocrystalline Solar Cell*
- b. *Polycrystalline Solar Cell*
- c. *Thin Film Solar Cell* (TFSC)

Dalam penelitian ini, jenis modul surya yang digunakan adalah *monocrystalline solar cell*. *Monocrystalline solar cell* dipilih karena memiliki efisiensi paling tinggi dibandingkan dengan jenis sel surya lainnya, sekitar 15%-20%.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil sehingga

beberapa sel surya harus digabungkan untuk membentuk suatu modul surya.

Berikut ini merupakan susunan sel surya hingga membentuk suatu *array*.



**Gambar 1** Diagram Hubungan Sel Surya, Modul, Panel, Array[10]

Beberapa faktor yang mempengaruhi pengoperasian maksimum modul surya yaitu[2]:

1. Temperatur
2. Intensitas cahaya matahari
3. Orientasi rangkaian modul surya
4. Sudut orientasi matahari (*tilt angle*)

Untuk penentuan besar kapasitas terpasang yang dibangkitkan oleh *photovoltaic array* maka digunakan persamaan-persamaan berikut ini:

- a. Luas area *photovoltaic array*

$$\text{Area array} = \frac{E_L}{G_{av} \cdot \eta_{PV} \cdot TCF \cdot \eta_{output}} \quad (1)$$

- b. Daya yang dibangkitkan *photovoltaic array*

$$P_{\text{Watt peak}} = \text{Area array} \cdot \text{PSI} \cdot \eta_{PV} \quad (2)$$

- c. Jumlah modul surya yang dibutuhkan

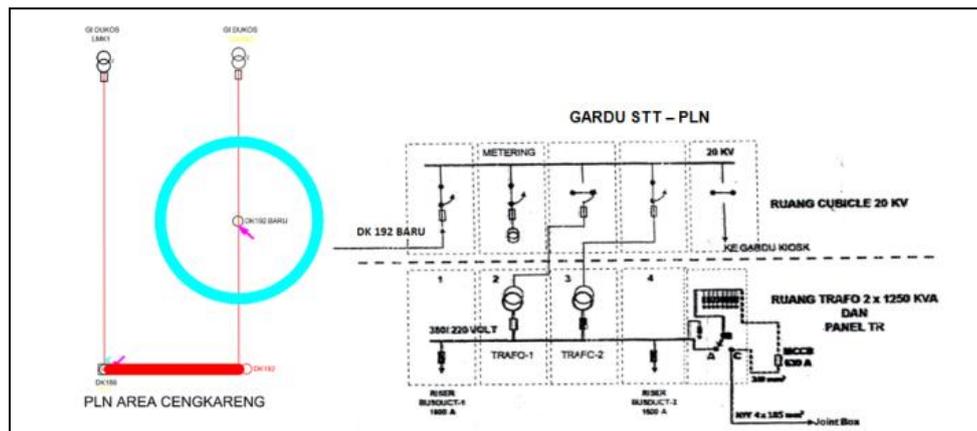
$$\text{Jumlah modul surya} = \frac{P_{\text{Watt peak}}}{P_{\text{MPP}}} \quad (3)$$

Dimana:

- $E_L$  = pemakaian energi (kWh/hari)
- $G_{av}$  = insolasi harian rata-rata matahari (kWh/m<sup>2</sup>/hari)
- $\eta_{PV}$  = efisiensi modul surya (%)
- $TCF$  = *temperature correction factor*
- $\eta_{output}$  = efisiensi *output* dari modul surya (%)
- $PSI$  = *peak solar insolation* adalah 1000 W/m<sup>2</sup>
- $P_{\text{Watt Peak}}$  = daya yang dibangkitkan (Wp)
- $P_{\text{MPP}}$  = daya maksimum modul surya (W)

## 2.2 Sistem Grid

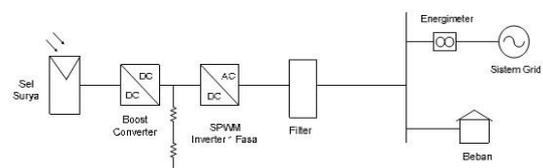
Pendistribusian listrik untuk melayani menara STT-PLN diperoleh dari *feeder* Tolimo, dimana *feeder* tersebut terhubung langsung pada Gardu Induk Duri Kosambi 192 Baru.



**Gambar 2** Single Line Diagram dari GI DK 192 ke Gardu STT-PLN

## 2.3. Pemodelan Sistem PLTS Terhubung ke Grid

Untuk pemodelan sistem PLTS terhubung ke grid (*grid connected*) ini dapat dilihat seperti pada gambar berikut.



**Gambar 3** Pemodelan Sistem PLTS Terhubung ke Grid

## 2.4. Keuntungan Sistem PLTS Terhubung ke Grid

Sistem PLTS yang terhubung ke grid memiliki beberapa keuntungan antara lain yaitu[16]:

1. Berkurangnya biaya investasi dan perawatan karena dalam sistem ini tidak diperlukannya *battery*
2. Pada saat daya listrik dari PLTS lebih besar dari pada beban maka kelebihan daya tersebut bisa disalurkan ke jaringan distribusi PLN. Jadi tagihan rekening listrik bisa berkurang
3. Lebih ramah lingkungan karena mengurangi sampah *battery* yang memerlukan perlakuan khusus dan kurang ramah terhadap lingkungan
4. Pengurangan jaringan (jaringan transmisi dan distribusi).

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1. Algoritma Penelitian

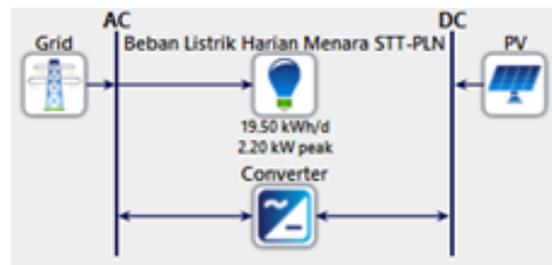
Adapun metode penelitian yang dilakukan dapat ditunjukkan dalam algoritma sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah
2. Mengumpulkan data koordinat lokasi area studi
3. Mengumpulkan data *single line diagram* kelistrikan area studi
4. Mengumpulkan data pemakaian beban listrik per jamnya
5. Mengumpulkan data intensitas radiasi harian matahari di lokasi area studi
6. Mengumpulkan data dari modul surya yang akan digunakan
7. Mengumpulkan data konverter yang akan digunakan
8. Melakukan perhitungan besarnya pengurangan daya pada saat temperatur di sekitar modul surya mengalami kenaikan
9. Melakukan perhitungan kapasitas daya keluaran maksimum modul surya pada saat temperatur naik
10. Melakukan perhitungan efisiensi *output* dari modul surya yang akan digunakan
11. Melakukan perhitungan luas area *array PV*
12. Melakukan perhitungan kapasitas daya yang dibangkitkan *array PV*

13. Melakukan perhitungan jumlah modul surya yang diperlukan dalam penelitian ini
14. Melakukan perhitungan besarnya tegangan pada keadaan daya maksimum *array PV*
15. Melakukan perhitungan besarnya arus pada keadaan daya maksimum *array PV*
16. Melakukan perhitungan kapasitas daya maksimum yang dibangkitkan *array PV*
17. Melakukan perhitungan kapasitas konverter yang akan digunakan
18. Mendesain model PLTS yang terhubung ke grid dengan bantuan *software HOMER*
19. Melakukan simulasi model PLTS yang terhubung ke *grid* dengan bantuan *software HOMER*

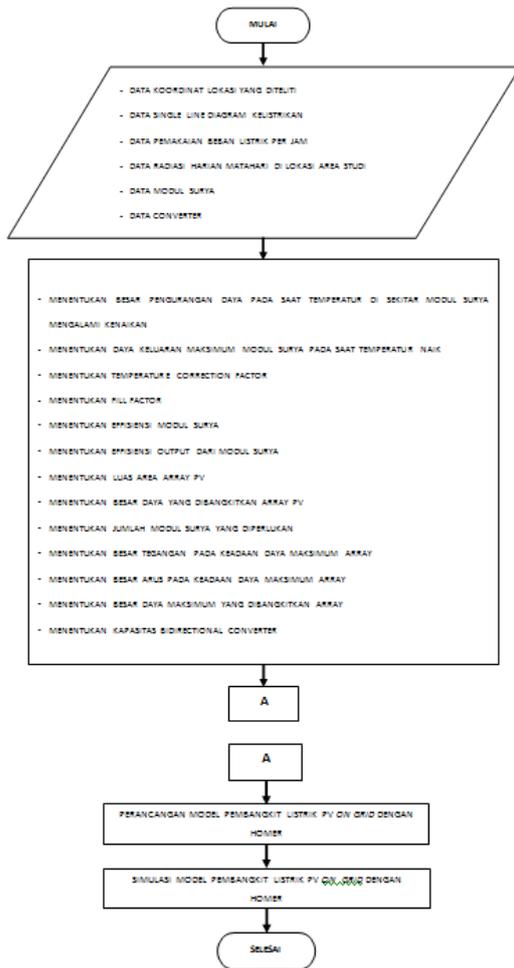
### 3.2. Desain PLTS Terhubung Grid

Dalam penelitian ini, sistem PLTS terhubung ke *grid* didesain dengan model sebagai berikut:



Gambar 4 Sistem PLTS Terhubung Grid[11]

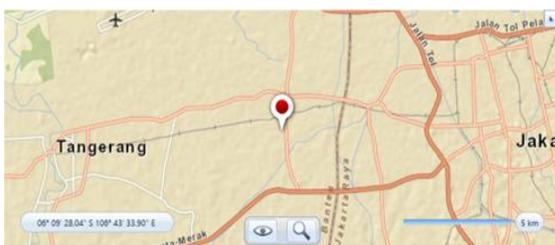
### 3.3. Diagram Alir Penelitian



**Gambar 5** Diagram Alir Penelitian

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

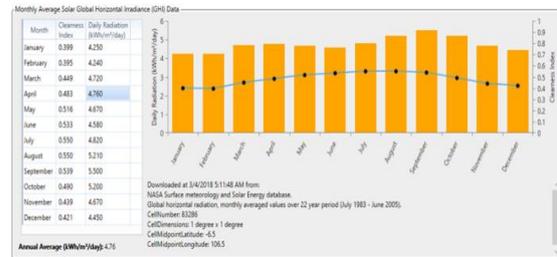
Dalam penentuan kapasitas dan jumlah modul surya yang akan digunakan, diperlukan terlebih dahulu data posisi lokasi menara STT-PLN. Tujuannya yaitu untuk mendapatkan data radiasi harian matahari di lokasi yang telah ditentukan. Menara STT-PLN terletak di posisi 6,10° Lintang Selatan dan 106,43° Bujur Timur.



**Gambar 6** Lokasi Menara STT-PLN

Berdasarkan posisi letak menara STT-PLN tersebut maka dapat diperoleh secara *real time* rata-rata radiasi harian

matahari dari NASA *Surface Meteorology and Solar Energy Database* yaitu sebesar 4,76 kWh/m<sup>2</sup>/day.



**Gambar 7** Rata-rata Tahunan Radiasi Harian Matahari di Menara STT-PLN

Pemakaian energi listrik di menara STT-PLN dalam satu hari (24 jam) adalah sebesar 19,50 kWh/hari = 19.500 Wh/hari. Untuk menghitung jumlah modul surya yang dibutuhkan dalam sistem PLTS terhubung ke *grid* maka dibutuhkan data profil beban listrik harian menara STT-PLN.

**Tabel 1** Profil Beban Listrik Harian Menara STT-PLN

Pemakaian Beban Listrik Harian Menara STT-PLN	
Jam	(kW)
00.00 - 01.00	0,2
01.00 - 02.00	0,2
02.00 - 03.00	0,2
03.00 - 04.00	0,2
04.00 - 05.00	0,2
05.00 - 06.00	0,2
06.00 - 07.00	0,2
07.00 - 08.00	1,4
08.00 - 09.00	1,2
09.00 - 10.00	1,7
10.00 - 11.00	1,3
11.00 - 12.00	1,6
12.00 - 13.00	1,6
13.00 - 14.00	1,9
14.00 - 15.00	2,2
15.00 - 16.00	1,0
16.00 - 17.00	1,0
17.00 - 18.00	0,5
18.00 - 19.00	0,5
19.00 - 20.00	0,5
20.00 - 21.00	0,5
21.00 - 22.00	0,5
22.00 - 23.00	0,5
23.00 - 24.00	0,2

- Jam operasional menara STT-PLN mulai dari pukul 06.00 – 18.00 WIB. Jika di rujuk pada tabel 1 maka pemakaian energi listrik di menara STT-PLN dari pukul 06.00 – 18.00 WIB= 15.600 Wh/hari = 15,6 kWh/hari Rata-rata di Indonesia waktu puncak matahari berkisar sekitar 5 jam yaitu dari pukul 09.00 – 14.00 WIB, maka dari itu untuk perhitungan besarnya kapasitas modul surya yang akan digunakan pada penelitian ini, diambil pemakaian energi listrik dari pukul 08.00 – 17.00 WIB yaitu sebesar 14.900 Wh/hari = 14,9 kWh/hari.
- Radiasi matahari rata-rata terendah dalam 1 tahun di area menara STT-PLN ( $G_{av}$ ) dapat dilihat pada gambar 7 yaitu 4,240 kWh/m<sup>2</sup>/hari = 4.240 Wh/m<sup>2</sup>/hari.
- Dalam penelitian ini modul surya yang digunakan adalah jenis *silicon monocrystalline* merk Sunny Power dengan daya maksimum modul surya ( $P_{MPP}$ ) = 100 Wp

Berikut ini merupakan spesifikasi teknik dari modul surya jenis *silicon monocrystalline* merk Sunny Power.

**Tabel 2** Spesifikasi Teknik Modul Surya *Silicon Monocrystalline* Sunny Power[14]

Spesifikasi Teknik	Keterangan
Maximum power ( $P_m$ )	100 W
Power measurement tolerance	± 5%
Nominal voltage	12 V DC
Voltage at max power ( $V_{mp}$ )	17,4 V
Current at max power ( $I_{mp}$ )	5,75 A
Short circuit current ( $I_{sc}$ )	6,33 A
Open circuit voltage ( $V_{oc}$ )	21,6 V
Operating temperature	-40°C to +85°C
Maximum system voltage	1000 V
Maximum series fuse rating	8 A
Number of cells and connections	36 = 4 × 9 pcs
Solar cell (mm)	125 × 125
Dimension of module (mm)	1200 × 540 × 30
Standard Test Condition (STC)	Irradiance 1000 W/m <sup>2</sup> , Module temperature 25°C, AM = 1,5
Weight	8,5 kg
NOCT	48°C ± 2°C
Power temperature coefficient	-(0,5 ± 0,05) %/K

Dalam menentukan kapasitas dan jumlah modul surya yang akan digunakan maka diperlukan TCF (*Temperature Correction Factor*), FF, efisiensi modul surya dan efisiensi *output* dari modul surya.

Untuk mendapatkan nilai TCF maka digunakan cara sebagai berikut:

Temperatur standar modul surya = 25°C  
 Temperatur paling maksimum di area menara STT-PLN = 30°C

Berarti terjadi kenaikan suhu sebesar = 30°C – 25°C = 5°C dari temperatur standar yang diperlukan oleh modul surya.

Besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur di sekitar modul surya mengalami kenaikan sebesar 5°C dari temperatur standarnya, dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}} = 0,5 \text{ \%} / ^\circ\text{C} \cdot P_{MPP} \cdot \text{Kenaikan Temperatur}$$

$$P_{\text{saat } t \text{ naik } 7^\circ\text{C}} = 0,5 \text{ \%} / ^\circ\text{C} \cdot 100 \cdot 5^\circ\text{C} = 2,5 \text{ Watt}$$

Untuk daya keluaran maksimum modul surya pada saat temperatur naik menjadi 30°C, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

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

$$P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}}$$

$$P_{MPP \text{ saat } t=32^\circ\text{C}} = 100 \text{ Watt} - 2,5 \text{ Watt} = 97,5 \text{ Watt}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran maksimum modul surya pada saat temperaturnya naik menjadi 30°C, maka nilai TCF dapat dihitung sebagai berikut:

$$TCF = \frac{P_{MPP \text{ saat naik menjadi } 32^\circ\text{C}}}{P_{MPP}}$$

$$TCF = \frac{97,5 \text{ Watt}}{100 \text{ Watt}} = 0,975$$

- FF (*Fill Factor*)

Untuk menentukan besarnya FF maka dibutuhkan data-data teknis berikut ini:

$$FF = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{V_{oc} \cdot I_{sc}}$$

$$FF = \frac{17,4 \cdot 5,75}{21,6 \cdot 6,33} = 0,73$$

- Efisiensi modul surya ( $\eta_{PV}$ )

$$\eta_{PV} = \frac{V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF}{S \cdot F} \times 100\%$$

$$\eta_{PV} = \frac{21,6 \cdot 6,33 \cdot 0,73}{(1,2 \cdot 0,54) \cdot 1.000} \times 100\% = 15,40\%$$

- Efisiensi *output* dari modul surya ( $\eta_{output}$ )

Untuk menentukan efisiensi *output* dari modul surya maka diperlukan data efisiensi *inverter* dan data *battery charger control unit*.

**Tabel 3** Data Inverter[15]

Technical Data	Keterangan
Maximum DC power	6,7 kW
Maximum DC voltage	120 V
Nominal AC range	105 – 132 V
Frequency adjustable	55 – 65 Hz
Rated current	48 A
Maximum output AC power	6000 W
Power factor	-1 to +1
Maximum efficiency	96 %
Dimension (W / H / D)	467 / 612 / 235 mm
Weight	63 kg

$$\eta_{output} = \eta_{BCU} \cdot \eta_{Inverter}$$

$$\eta_{output} = 94\% \cdot 96\% = 90,24\%$$

- Luas area *array* PV

$$\text{Area array} = \frac{E_L}{G_{av} \cdot \eta_{PV} \cdot TCF \cdot \eta_{output}}$$

$$\text{Area array} = \frac{14.900}{4.240 \cdot 15,40\% \cdot 0,975 \cdot 90,24\%}$$

$$= 25,94 \text{ m}^2$$

Besar daya yang dibangkitkan oleh sistem *photovoltaic array*

$$P_{\text{Watt peak}} = \text{Area array} \cdot \text{PSI} \cdot \eta_{PV}$$

$$P_{\text{Watt peak}} = 25,94 \text{ m}^2 \cdot 1.000 \text{ W/m}^2 \cdot 15,40\% = 3.994,76 \text{ Wp}$$

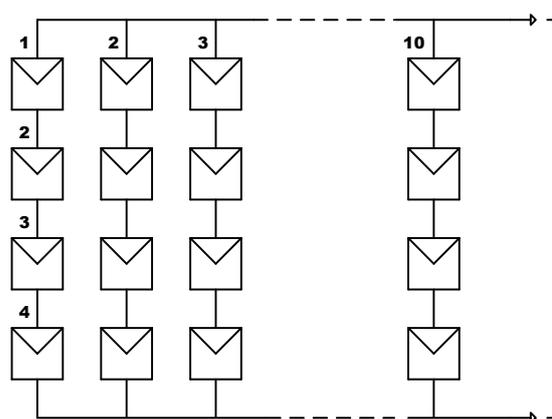
Dari perhitungan di atas maka jumlah modul surya yang diperlukan adalah:

$$\text{Jumlah modul surya} = \frac{P_{\text{Watt peak}}}{P_{MPP}}$$

$$\text{Jumlah modul surya} = \frac{3.994,76 \text{ Wp}}{100 \text{ Wp}}$$

$$= 39,9476 \approx 40 \text{ modul}$$

Modul surya sebanyak 40 modul tersebut akan membentuk suatu *array* satu fasa. Karena di sini diinginkan tegangan *output* dari *photovoltaic array* sebesar 48 Volt DC (sesuai dengan Permen ESDM no.3 Tahun 2013), maka diperoleh susunan *array* dengan jumlah modul yang terhubung secara seri sebanyak 4 buah dalam 10 rangkaian (*string*) modul yang terhubung secara paralel.



**Gambar 8** Rangkaian Modul Surya Secara Seri dan Paralel Dalam Sebuah *Array*

Dari 40 modul tersebut maka diperoleh besar  $P_{\text{Watt peak}}$  sebagai berikut:

$$P_{\text{Watt peak}} = \text{Jumlah modul surya} \cdot P_{MPP}$$

$$P_{\text{Watt peak}} = 40 \cdot 100 \text{ Wp} = 4.000 \text{ Wp}$$

Luas area *photovoltaic array* menjadi:

$$\text{Area array} = \frac{P_{\text{Watt peak}}}{\text{PSI} \cdot \eta_{PV}}$$

$$\text{Area array} = \frac{4.000 \text{ Wp}}{1.000 \text{ W/m}^2 \cdot 15,40\%}$$

$$= 25,97 \text{ m}^2 \approx 26 \text{ m}^2$$

Berdasarkan  $V_{MPP}$ ,  $I_{MPP}$  dan  $P_{MPP}$  yang terdapat pada spesifikasi teknik dari modul surya merk Sunny Power 100 Wp, maka dapat dihitung besarnya  $V_{MPP}$ ,  $I_{MPP}$  dan  $P_{MPP}$  untuk suatu *array* yaitu:

-  $V_{MPP}$  *array*

$$V_{MPP \text{ array}} = V_{MPP \text{ modul}} \cdot \text{Jumlah modul yang terhubung seri}$$

$$V_{MPP \text{ array}} = 17,4 \text{ V} \cdot 4 = 69,6 \text{ V}$$

-  $I_{MPP}$  *array*

$$I_{MPP \text{ array}} = I_{MPP \text{ modul}}$$

· Banyaknya *string* dari jumlah modul yang terhubung seri

$$I_{MPP \text{ array}} = 5,75 \text{ A} \cdot 10 = 57,5 \text{ A}$$

-  $P_{MPP}$  *array*

$$P_{MPP \text{ array}} = V_{MPP \text{ array}} \cdot I_{MPP \text{ array}}$$

$$P_{MPP \text{ array}} = 69,6 \text{ V} \cdot 57,5 \text{ A} = 4.002 \text{ W}$$

$$= 4,002 \text{ kW} \approx 4 \text{ kW}$$

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada sistem PLTS ini, dimana besar daya yang dihasilkan *photovoltaic array* dipengaruhi oleh salah satunya tingkat intensitas radiasi cahaya matahari. Semakin tinggi intensitas radiasi cahaya matahari ( $W/m^2$ ) yang dapat diterima oleh modul surya maka semakin besar pula daya maksimum yang diproduksi oleh *photovoltaic array*.
2. Implementasi sistem PLTS untuk memenuhi kebutuhan listrik di menara STT-PLN, selain dapat mengeliminasi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi dalam pembangkitan energi listrik, juga dapat mengurangi pencemaran udara akibat emisi  $CO_2$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendi, Asnal, "Pembangkit Listrik Sel Surya Pada Daerah Pedesaan", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 1, no. 1, hal. 19-24, Januari 2011.
- [2] Foster, Robert, dkk., *Solar Energy : Renewable Energy and The Environment*. Boca Raton, FL : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010.
- [3] *Handbook for Solar Photovoltaic (PV) Systems*, Grenzone Pte Ltd, Phoenix Solar Pte Ltd, Singapore Polytechnic, Solar Energy, Research Institute of Singapore (SERIS), SP Power Grid, Urban Redevelopment Authority, Singapore, ISBN: 978-981-08-4462-2, hal. 4-15.
- [4] Hariff. (2017, Desember 12). Pembangkit Listrik Tenaga Surya. [Online]. Available: <http://www.hariff.com>
- [5] *Kaltschmitt*, Martin, dkk., *Renewable Energy : Technology, Economics and Environment*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2007.
- [6] Luque, Antonio dan Hegedus, Steven, *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. 2nd ed. England : John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [7] National Renewable Energy Laboratory, USA. (2017, Desember 12). Homer Energy Modelling Software for Hybrid Renewable Energy System [Online]. Available: <http://www.homerenergy.com>
- [8] Quaschnig, Volker, "Photovoltaics", *Understanding Renewable Energy Systems*, London, Sterling, VA: Earthscan, 2005, chapter 4, hal. 115-172.
- [9] Sitompul, Rislina, Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan yang Tepat Untuk Aplikasi di Masyarakat Pedesaan. Jakarta: PNPM Support Facility (PSF), 2011, hal. 45-75.
- [10] Strong, Steven J., *The Solar Electric House, A Design Manual for Home-Scale Photovoltaic Power Systems*, Pennsylvania : Rodale Press, 1987.
- [11] The HOMER Pro Software. (2018, Februari 14). HOMER Pro Version 3.11.3 [Online]. Available: <http://www.homerenergy.com>
- [12] (2017, Desember 12). [Online]. Available: <http://www.solarsuryaindonesia.com>
- [13] (2017, Desember 12). [Online]. Available: <http://www.users.cecs.anu.edu.au/~Andres.Cuevas/Sun/help/PVguide.html>
- [14] Sunny International Power Corp. (2017, Desember 15). Monocrystalline Solar Panel Sunny Power 100 WP. [Online]. Available: <http://www.sunnypowersolar.com>
- [15] SMA America, LLC. 2010. (2017, Desember 15). Bidirectional Inverter Sunny Island 6048-US. [Online]. Available: <http://www.SMA-America.com>
- [16] (2018, Januari 5). [Online]. Available: <http://teknotrek.blogspot.com/2017/07/konsepnet-metering-jual-beli-listrik.html>