

# EVALUASI PLTS DESA PERMIT KABUPATEN LANDAK

Sunaryo

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura  
email : [sunaryoyo@rocketmail.com](mailto:sunaryoyo@rocketmail.com)

**Abstrak-** PLTS di Desa Permit, Kecamatan Kuala Behe, Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat menghasilkan daya listrik sebesar 15 kWp. Penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan PLTS Desa Permit dengan melakukan perhitungan daya yang dibangkitkan dan kapasitas-kapasitas komponen PLTS berdasarkan pemakaian energi PLTS Desa Permit. Berdasarkan hasil perhitungan, daya yang dibangkitkan PLTS Desa Permit sepanjang tahun 2016 sebesar 12,105 kWp, sehingga terdapat cadangan daya PLTS Permit sebesar 2,894 kWp yang dapat digunakan untuk penambahan beban yang akan datang dan kapasitas komponen PLTS Desa Permit masih jauh diatas dari kapasitas maksimum yang dibutuhkan. Persentase jatuh tegangan yang terjadi pada Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit kurang dari 4%, hal ini menunjukkan persentase jatuh tegangan masih dibawah nilai maksimum yang diijinkan sesuai ketentuan SPLN No.72 Tahun 1987. Evaluasi sistem proteksi petir (SPP) yang terpasang pada PLTS Desa Permit menggunakan metode Bola Bergulir (rolling sphere) terdapat sisi menara yang belum terlindungi. Pembumian PLTS Desa Permit menghasilkan tahanan pembumian sebesar 3,44 ohm. Besarnya tahanan pembumian tersebut sesuai dengan ketentuan umum pada PUIL, yaitu untuk tahanan pembumian tidak boleh lebih dari 5 ohm. Dari hasil evaluasi PLTS Desa Permit, yang tidak memenuhi kelayakan adalah sistem proteksi petir, sebaiknya Sistem Proteksi Petir pada PLTS Desa Permit menggunakan sistem non-konvensional agar radius proteksi menjadi luas.

Kata kunci : PLTS, jatuh tegangan, sistem proteksi petir, bola bergulir (rolling sphere), non-konvensional

## 1. Pendahuluan

PLTS di Desa Permit, Kecamatan Kuala Behe, Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat beroperasi mulai bulan Desember 2013 memiliki 75 unit solar modul berkapasitas 200 Wp yang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 15 kWp. Tujuan pembangunan PLTS Desa Permit ini adalah untuk memberikan pelayanan kepada konsumen energi listrik di Desa Permit, pada saat ini jumlah pelanggan yang terpasang listrik sebanyak 91 pelanggan. PLTS ini dirancang beroperasi mandiri tanpa bantuan pasokan dari sumber energi listrik PLN atau disebut dengan sistem *stand alone*. Untuk dapat memberikan pelayanan secara optimal dan berkelanjutan digunakan baterai sebanyak 120 unit yang berfungsi sebagai alat untuk menyimpan energi listrik yang

dihasilkan oleh PLTS ini. Daya listrik yang dihasilkan oleh PLTS Permit didistribusikan melalui sistem distribusi Jaringan Tegangan Rendah 220/380 Volt. Jaringan Tegangan Rendah PLTS Permit merupakan saluran udara dengan menggunakan penghantar NFA2X 3x25 mm<sup>2</sup> + 1x25 mm<sup>2</sup>, sepanjang 3 kms yang ditopang oleh tiang-tiang besi 7 meter sebanyak 75 buah. Berdasarkan data gangguan yang ada, PLTS Desa Permit pernah mengalami gangguan akibat sambaran petir. Hal tersebut mengakibatkan beberapa panel surya rusak yang mempengaruhi kapasitas daya yang dibangkitkan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan PLTS Desa Permit perlu dilakukan evaluasi PLTS ditinjau dari kapasitas komponen PLTS, jaringan tegangan rendah, sistem proteksi petir, serta pembumian yang terpasang pada PLTS Desa Permit.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Kapasitas Komponen PLTS

#### 2.1.1. Jumlah Panel Surya

Daya (wattpeak) yang dibangkitkan PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi, diperhitungkan dengan persamaan-persamaan sebagai berikut : [1]

#### 1) Menghitung Area Array (PV Area)

Area array (PV Area) diperhitungkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times TCF \times \eta_{PV} \times \eta_{out}} [m^2] \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- $E_L$  = Energi yang dibangkitkan [kWh/hari]
- $PV \text{ Area}$  = Luas permukaan panel surya [m<sup>2</sup>]
- $G_{av}$  = Intensitas Matahari harian [kW/m<sup>2</sup>/hari]
- $TCF$  = *Temperature coefficient factor* [%]
- $\eta_{PV}$  = Efisiensi panel surya [%]
- $\eta_{out}$  = Efisiensi keluaran [%] asumsi 0,9

#### 2) Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS (watt peak)

Dari perhitungan area array, maka besar daya yang dibangkitkan PLTS (wattpeak) dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{wattpeak} = PV \text{ Area} \times PSI \times \eta_{PV} [watt] \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- $PV \text{ Area}$  = Luas permukaan panel surya [m<sup>2</sup>]
- $PSI$  = Peak Solar Insolation adalah 1.000 W/m<sup>2</sup>
- $\eta_{PV}$  = Efisiensi panel surya [%]

Selanjutnya berdasarkan besar daya yang akan dibangkitkan (wattpeak), maka jumlah panel surya yang

diperlukan, diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{P_{\text{wattpeak}}}{P_{\text{MPP}}} \text{ [unit]} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

$P_{\text{wattpeak}}$  = Daya yang dibangkitkan [ $W_p$ ]

$P_{\text{MPP}}$  = Daya maksimum keluaran panel surya [watt]

**2.1.2. Kapasitas Charge Controller**

Kapasitas *Charge controller* ditentukan dengan rumus sebagai berikut : [2]

$$\text{Capacity of Charge Controller} = \frac{\text{Demand watt} \times \text{Safety Factor}}{\text{System Voltage}} \text{ [ampere]} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana *safety factor* (faktor keamanan) ditentukan sebesar 1,25.

**2.1.3. Kapasitas Baterai**

Besar kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk memenuhi konsumsi energi harian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut : [3]

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times \eta} \text{ [Ah]} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

$C$  = Kapasitas baterai [Ampere-hour]

$N$  = Jumlah hari otonomi [hari]

$E_d$  = Konsumsi energi harian [kWh]

$V_s$  = Tegangan baterai [Volt]

$DOD$  = Kedalaman maksimum untuk pengosongan baterai [%]

$\eta$  = Efisiensi baterai x efisiensi inverter

**2.1.4. Kapasitas Inverter**

Kapasitas inverter ditentukan dengan rumus sebagai berikut : [2]

$$\text{Cap. Inv} = \text{Demand watt} \times \text{Safety Factor} \text{ [watt]} \dots\dots\dots(6)$$

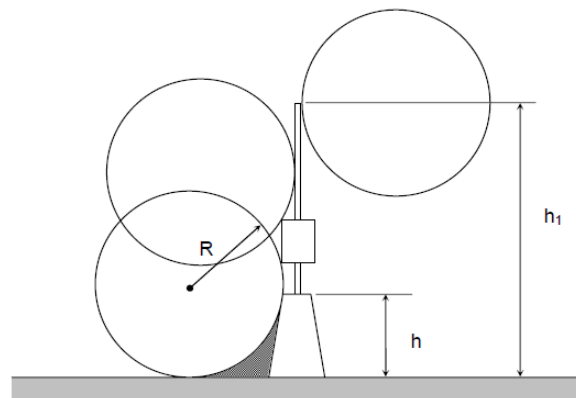
**2.2. Jaringan Sistem Distribusi Sekunder**

Sistem jaringan distribusi sekunder atau sering disebut Jaringan Tegangan Rendah (JTR), merupakan jaringan yang berfungsi sebagai penyalur tenaga listrik dari gardu-gardu pembagi (gardu distribusi) ke pusat-pusat beban (konsumen tenaga listrik). Besarnya standar tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 220/380 V untuk sistem baru. Besarnya jatuh tegangan maksimum yang diizinkan untuk Jaringan Tegangan Rendah sampai dengan 4 % dari tegangan nominalnya. Penetapan ini sebanding dengan besarnya nilai tegangan jatuh (voltage drop) yang telah ditetapkan berdasarkan SPLN No. 72 Tahun 1978 Dengan adanya pembatasan tersebut stabilitas penyaluran daya ke pusat-pusat beban tidak terganggu. [10]

Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dapat menggunakan saluran udara dengan penghantar TC (*twisted cable*) jenis NFA2X, atau melalui saluran kabel bawah tanah dengan penghantar jenis NYFGby.

**2.3. Rancangan Sistem Terminasi Udara Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere method*)**

Metode bola bergulir baik digunakan pada bangunan yang bentuknya rumit. Dengan metode ini seolah-olah ada suatu bola dengan radius  $R$  yang bergulir diatas tanah, sekeliling struktur dan di atas struktur ke segala arah hingga bertemu dengan tanah atau struktur yang berhubungan dengan permukaan bumi yang mampu bekerja sebagai penghantar. Titik sentuh bola bergulir pada struktur yang dapat disambar petir dan pada titik tersebut harus diproteksi oleh konduktor terminasi udara. Semua petir yang berjarak  $R$  dari ujung penangkap petir akan mempunyai kesempatan yang sama untuk menyambar bangunan.



Gambar 1. Perancangan Terminasi Udara Menggunakan Metode Bola Bergulir [9]

Metode bola bergulir (*rolling sphere*) ini sebaiknya digunakan untuk mengidentifikasi ruang yang terproteksi dari bagian atau luasan bangunan/gedung yang tidak tercakup oleh metode sudut proteksi (*angle protection method*). Dengan metode ini, penempatan sistem terminasi udara dianggap memadai jika tidak ada titik pada daerah yang diproteksi tersentuh oleh bola gulir dengan radius  $R$ , di sekeliling dan diatas bangunan/gedung kesemua arah. Untuk itu, bola hanya boleh menyentuh tanah atau sistem terminasi udara.

Sudut proteksi ( $\alpha^\circ$ ) dari penempatan suatu terminasi udara, radius bola yang di pakai, maupun ukuran jala (konduktor horizontal) sesuai dengan Tabel 1 dibawah ini :

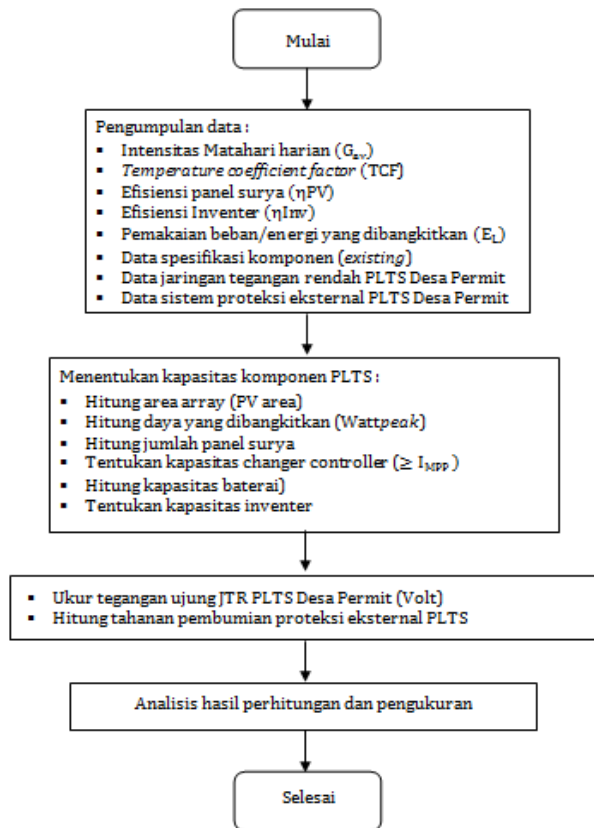
Tabel 1. Daerah Proteksi Dengan Tingkat Proteksi [9]

Tingkat proteksi	h (m)	h (m)				Lebar Jala (m)
		20	30	45	60	
	R (m)	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	15
IV	60	55	45	35	25	20

\*Hanya menggunakan metode bola bergulir dan jala dalam kasus ini

## 2.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian evaluasi PLTS Desa Permit Kabupaten Landak ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 2. Diagram Alir Evaluasi PLTS Desa Permit Kabupaten Landak

## 3. Data dan Hasil Pembahasan

### 3.1. Data Insolasi Matahari dan Temperatur di Kecamatan Kuala Behe

Data insolasi matahari dan temperatur pada wilayah Kecamatan Kuala Behe sepanjang tahun 2015 sampai dengan tahun 2016 diperoleh dari data iklim yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Pontianak pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Insolasi Matahari dan Temperatur Wilayah Kecamatan Kuala Behe Tahun 2015-2016

Tahun	Bulan	Temperatur (°C)	Insolasi Matahari (kWh/M <sup>2</sup> /Hari)
2015	Januari	26,4	4,59
	Februari	26,7	4,96
	Maret	27,1	5,13
	April	27,5	5,10
	Mei	27,5	4,92
	Juni	27,4	4,98
	Juli	27,5	4,88
	Agustus	28,3	5,07
	September	28,1	4,84
	Oktober	27,6	4,73
	Nopember	27,3	4,52
	Desember	26,8	4,45

lanjutan

Tahun	Bulan	Temperatur (°C)	Insolasi Matahari (kWh/M <sup>2</sup> /Hari)
2016	Januari	26,9	4,09
	Februari	27,1	4,69
	Maret	27,6	5,05
	April	28,2	5,32
	Mei	28,5	5,13
	Juni	28,4	5,05
	Juli	28,3	4,95
	Agustus	28,3	5,00
	September	28,6	4,73
	Oktober	28,4	4,67
	Nopember	28,1	4,44
	Desember	27,5	4,17
<b>Maksimum</b>		<b>28,8</b>	<b>5,32</b>
<b>Minimum</b>		<b>26,4</b>	<b>4,09</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>27,7</b>	<b>4,81</b>

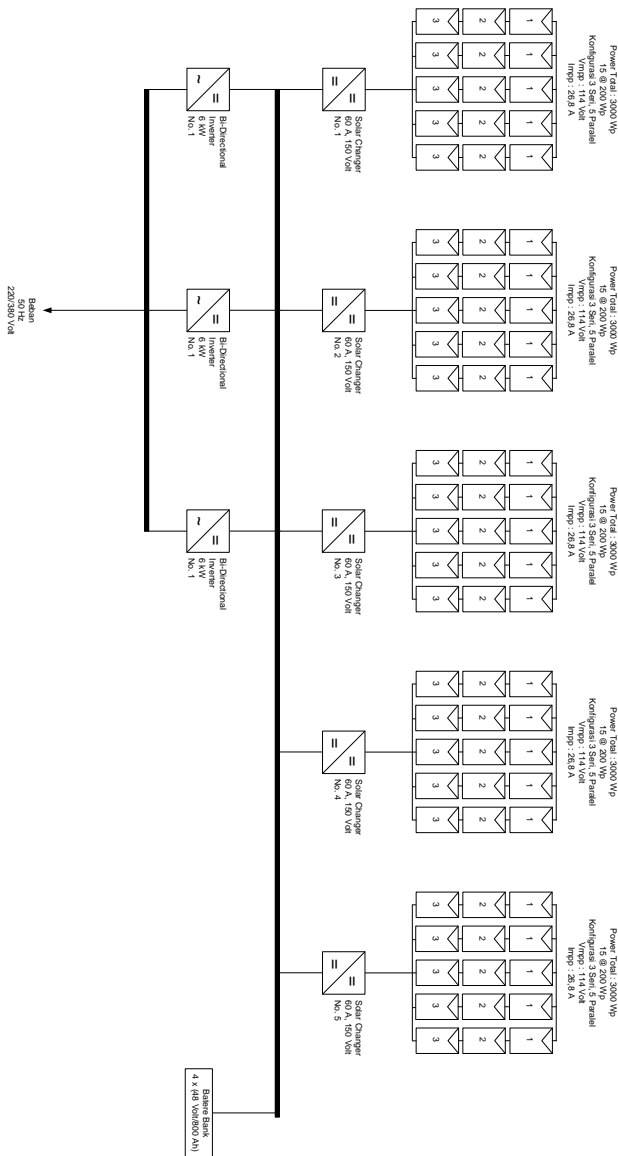
Untuk perencanaan sistem PLTS biasanya menggunakan nilai insolasi harian matahari minimum yaitu sebesar 4,09 kWh/m<sup>2</sup>/hari, dengan tujuan agar pada saat insolasi harian matahari berada pada nilai yang paling rendah, maka PLTS yang akan dikembangkan tetap dapat memenuhi besar kapasitas yang dibangkitkan.

Untuk perencanaan sistem PLTS biasanya menggunakan nilai temperatur maksimum yaitu 28,8°C, dengan tujuan agar pada temperatur berada pada nilai yang paling tinggi, maka dapat diperoleh besarnya faktor koreksi temperatur (*Temperature Correction Factor*) pada PLTS yang akan dikembangkan.

### 3.2. PLTS Desa Permit di Kecamatan Kuala Behe

Selain faktor geografis, kendala lainnya adalah investasi jaringan listrik yang mahal, daya beli masyarakat yang rendah dan kapasitas sistem kelistrikan yang terbatas. Oleh karena itu, masih banyak dijumpai masyarakat di pedesaan, khususnya yang tinggal di daerah terpencil belum dapat terlayani listrik. Daerah yang belum dapat terlayani listrik salah satunya adalah di Desa Permit Kecamatan Kuala Behe, Kabupaten Landak, hal ini terjadi karena sebagian penduduk di desa ini tinggal dengan jarak yang berjauhan sehingga jauh dari jaringan listrik PLN.

PLTS di Desa Permit, Kecamatan Kuala Behe, Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat beroperasi mulai bulan Desember 2013 memiliki 75 unit solar modul berkapasitas 200 Wp yang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 15 kWp.



Gambar 3. Diagram Satu Garis PLTS Desa Permit

Adapun spesifikasi komponen pembangkit pada PLTS Desa Permit ditunjukkan pada Tabel 3.

Dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada tabel diatas, PLTS Desa Permit direncanakan akan memproduksi daya listrik sebesar 15 kWp, dengan tegangan input 240 VDC (arus searah) dan tegangan output tiga fasa 220/380 VAC (arus bolak-balik). PLTS Desa Permit, dibangun dengan panel surya sebanyak 75 buah panel surya yang disusun menjadi 5 array yang terdiri dari 15 buah panel surya. Adapun rangkaian panel surya yang membentuk array adalah terdiri dari 3 rangkaian (*string*) yang terhubung paralel dengan 1 rangkaian terdiri dari 5 panel yang terhubung secara seri, dan *inverter* sebanyak 3 buah dengan kapasitas 6 kW. Jumlah baterai yang terpasang pada PLTS Desa Permit yaitu 96 unit dengan konfigurasi (4 x 24 @2V/800 Ah) menghasilkan kapasitas baterai sebesar 3.200 Ah, dan telah terjadi penambahan 24 unit dengan konfigurasi (1 x 24 @2V/1000 Ah) menghasilkan kapasitas baterai sebesar 1.000 Ah.

### 3.3. Data Pemakaian Energi PLTS Desa Permit

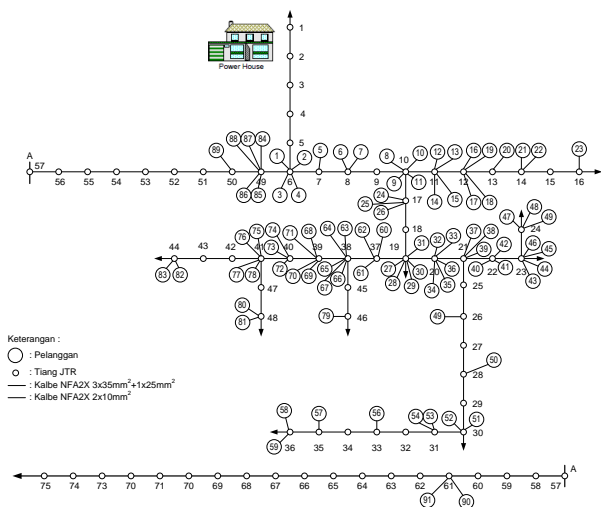
Berdasarkan data pengukuran energi listrik dalam rentang waktu Januari sampai dengan Desember 2016, menunjukkan bahwa pemakaian energi listrik harian pada PLTS Desa Permit rata-rata sebesar 46,14 kWh per hari. Tabel 3 menunjukkan bahwa data pemakaian energi listrik pada PLTS Desa Permit dalam rentang waktu Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 3. Pemakaian Energi Harian PLTS Desa Permit Rata-Rata

Waktu	Rata-Rata (kWh)	Waktu	Rata-Rata (kWh)
00.00 - 01.00	1,14	13.00 - 14.00	1,04
01.00 - 02.00	1,16	14.00 - 15.00	1,01
02.00 - 03.00	1,18	15.00 - 16.00	1,03
03.00 - 04.00	1,2	16.00 - 17.00	1,03
04.00 - 05.00	1,16	16.00 - 18.00	4,99
05.00 - 06.00	1,14	18.00 - 19.00	5,04
06.00 - 07.00	1,02	19.00 - 20.00	5,06
06.00 - 08.00	1,04	20.00 - 21.00	4,2
08.00 - 09.00	1,03	21.00 - 22.00	4,16
09.00 - 10.00	1,04	22.00 - 23.00	2,18
10.00 - 11.00	1,04	23.00 - 00.00	2,19
11.00 - 12.00	1,02	<b>Jumlah Rata-Rata (kWh)</b>	<b>46,14</b>
12.00 - 13.00	1,04		

### 3.4. Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit

Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit merupakan saluran udara yang dibangun dengan sepanjang 3 kms yang ditopang oleh tiang-tiang besi 7 meter sebanyak 75 buah, dengan menggunakan penghantar NFA2X 3x25 mm<sup>2</sup>+1x25 mm<sup>2</sup>.



Gambar 4. Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit

### 3.5. Kapasitas Komponen-Komponen PLTS Desa Permit

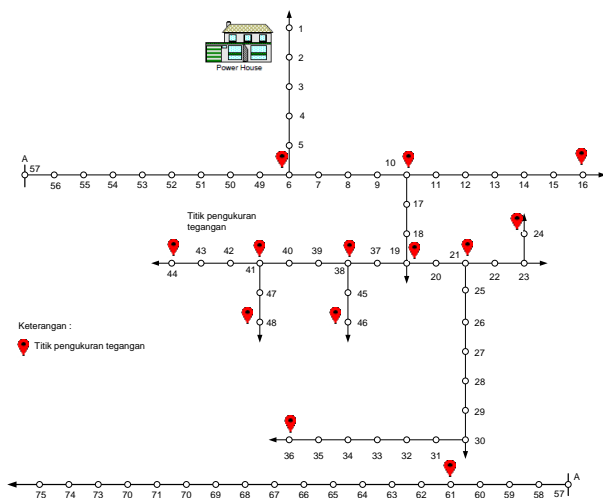
Berdasarkan perhitungan kapasitas komponen-komponen PLTS Desa Permit yang telah dilakukan. Perbandingan besarnya perhitungan kapasitas komponen-komponen PLTS Desa Permit dengan kapasitas komponen-komponen PLTS Desa Permit yang terpasang (eksisting) dapat ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Perbandingan Kapasitas Komponen-Komponen PLTS Desa Permit

No	Komponen	Perhitungan	Eksisting
1	Charge controller (Ampere)	25	60
2	Jumlah Baterai (unit)	120 (5 x 24 @2V/800 Ah)	96 (4 x 24 @2V/800 Ah) 24 (1 x 24 @2V/1000 Ah)
2	Baterai (Ah)	4.000	4.200
3	Inverter (Watt)	3 @6.250	3 @ 6.000

### 3.6. Jatuh Tegangan Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit

Berdasarkan Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit yang ditunjukkan pada Gambar 3.4, titik pengukuran tegangan dilakukan pada Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5. Titik Pengukuran Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit

Berdasarkan titik pengukuran yang telah ditentukan pada Gambar 5, hasil pengukuran tegangan Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tegangan Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit

No	Titik Pengukuran	TEGANGAN (VOLT)		
		R-N	S-N	T-N
1	Tiang 06	228,140	228,140	228,078
2	Tiang 10	226,528	226,652	226,466
3	Tiang 16	226,028	226,552	226,404
4	Tiang 19	225,288	225,536	225,288
5	Tiang 21	224,792	225,040	224,854
6	Tiang 24	224,730	224,978	224,792
7	Tiang 36	224,330	225,040	224,792
8	Tiang 38	224,192	225,164	224,854
9	Tiang 41	224,606	224,850	224,668
10	Tiang 44	224,544	224,978	224,568
11	Tiang 46	224,530	225,164	224,854
12	Tiang 48	224,544	225,040	224,606
13	Tiang 61	228,140	228,078	228,016

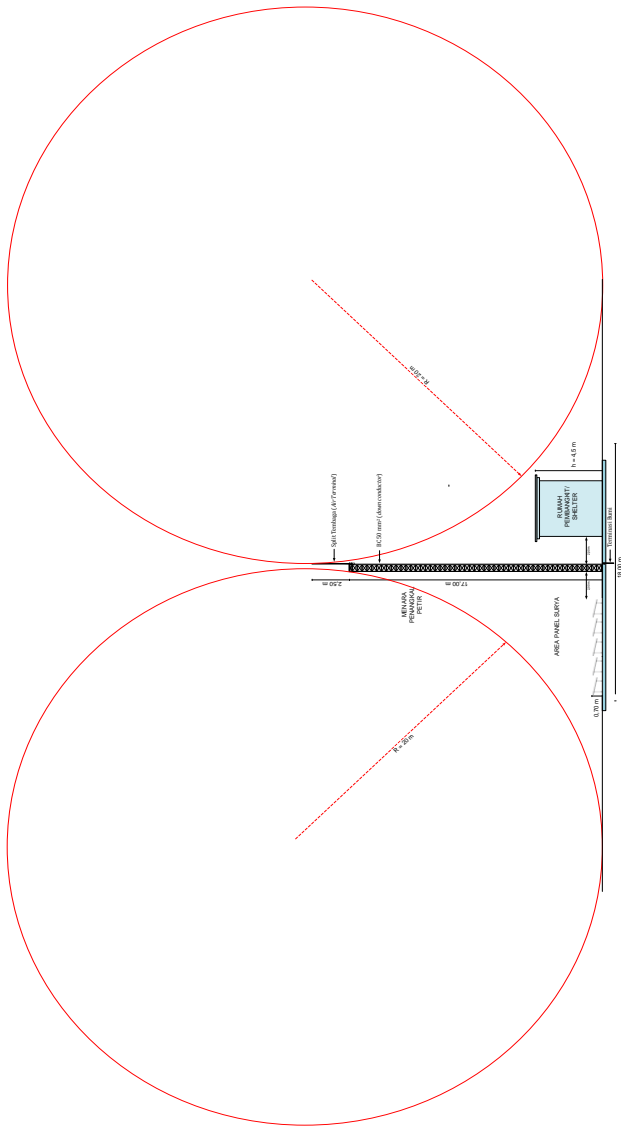
Berdasarkan hasil pengukuran tegangan yang terdapat pada Tabel 5, tegangan minimum pada Fasa R terjadi pada Tiang 38 yaitu sebesar 224,192 Volt, tegangan minimum pada Fasa S terjadi pada Tiang 41 yaitu sebesar 224,850 Volt, dan tegangan minimum pada Fasa T terjadi pada Tiang 44 yaitu sebesar 224,569 Volt.

### 3.7. Sistem Proteksi Petir Eksternal PLTS Desa Permit

Berdasarkan Tabel 1. didapat jari-jari (R) bola bergulir yang dapat digunakan untuk merancang penempatan terminasi udara pada menara PLTS Desa Permit ini adalah 20 m. Bola gulir dengan jari-jari 20 m tersebut digulirkan hingga menyentuh menara dan gedung yang dilindungi. Setiap bagian bangunan yang dikenai oleh bola gulir tersebut haruslah diberi terminasi udara. Daerah yang dilindungi oleh bola gulir tersebut merupakan daerah proteksi terhadap petir.

Adapun penempatan terminasi udara menurut metode bola gulir PLTS Desa Permit di dapat dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Penempatan Terminasi Udara Menurut Metode Bola Gulir PLTS Desa Permit

Setiap titik yang dikenai oleh bola bergulir disarankan untuk diberi terminasi udara. Dapat di lihat bahwa banyaknya terminasi udara yang ada pada menara PLTS Desa Permit hanya 1 buah, yaitu berada pada puncak menara dan pada sisi menara belum terlindungi. Untuk itu, berdasarkan analisis menggunakan metode Bola Bergulir ini, sebaiknya Sistem Proteksi Petir pada PLTS Desa Permit menggunakan sistem *non-konvensional* yang memiliki radius proteksi yang luas.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi PLTS Desa Permit Kabupaten Landak yang telah dilakukan, maka diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya yang dibangkitkan PLTS Desa Permit sepanjang tahun 2016 sebesar 12.105,962 Wattpeak, sedangkan PLTS Permit berkapasitas 15.000 Wattpeak. Sehingga terdapat cadangan daya PLTS Permit sebesar 2.894

Wattpeak yang dapat digunakan untuk penambahan beban yang akan datang.

2. Hasil perhitungan kapasitas baterai yang digunakan sebesar 4.000 Ah. Sedangkan kapasitas baterai yang terpasang pada PLTS Desa Permit sebesar 4.200 Ah. Hal tersebut menunjukkan kapasitas baterai yang terpasang pada PLTS Desa Permit masih jauh diatas dari kapasitas maksimum yang dibutuhkan.
3. Inverter yang telah terpasang pada PLTS Desa Permit sebanyak 3 (tiga) unit dengan kapasitas masing-masing sebesar 6.000 kW dengan tegangan keluaran 220/230V. Hal tersebut menunjukkan bahwa inverter yang terpasang pada PLTS Desa Permit masih jauh diatas dari kapasitas maksimum yang diijinkan yaitu sebesar 5.000 kW.
4. Berdasarkan hasil pengukuran tegangan, besarnya persentase jatuh tegangan yang terjadi pada Jaringan Tegangan Rendah PLTS Desa Permit kurang dari 4%, hal ini menunjukkan persentase jatuh tegangan masih dibawah nilai maksimum yang diijinkan sesuai ketentuan SPLN No.72 Tahun 1987.
5. Berdasarkan evaluasi sistem proteksi petir yang terpasang pada PLTS Desa Permit menggunakan metode Bola Bergulir terdapat sisi menara yang belum terlindungi.
6. Dengan menggunakan elektroda batang dengan panjang sebesar 4 m dan diameter 5/8 inchi sebanyak 4 (empat) buah dan ditanam dengan kedalaman 4 meter. Sistem pembumian pada PLTS Desa Permit menghasilkan tahanan pembumian sebesar 3,44 ohm. Besarnya tahanan pembumian tersebut sesuai dengan ketentuan umum pada PUIL 2000 Pasal 3.13.2.10 yaitu untuk total seluruh sistem tahanan pembumian tidak boleh lebih dari 5 ohm.
7. Dari hasil evaluasi PLTS Desa Permit, yang tidak memenuhi adalah sistem proteksi petir, sebaiknya Sistem Proteksi Petir pada PLTS Desa Permit menggunakan sistem non-konvensional agar radius proteksi menjadi luas.

#### Referensi

- [1] Nafeh, A.E.A., 2009 Design and Economic Analysis of a Stand-Alone PV System to Electrify a Remote Area Household in Egypt. The Open Renewable Energy Journal 2 : 33-37.
- [2] Muzzamir. Md. Naim, Foraji Abdullah Al Masum. 2014. An economic Analysis of Solar PV System in Bangladesh. Departement of Electrical and Electronics Engineering. Daffodil International University.
- [3] Lynn, PA. 2010. Electricity from Sunlight : An Introduction Photovoltaic. London : Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- [4] Wenqiang, L. Shuhua, G. Daxiong, Q., 2004. Techno-Economic Assesment For Off-Grid Hybrid Generation System and Application Prospects in China. World Energy Council. London.
- [5] Lazou, and Papatsoris. 2000. The Economics of Photovoltaic Stand-Alone Reidental Household : A Case Study for VariousEuropean and Mediterranean Locations. Solar Energy Material & Solar Cells 62 : 411-427

- [6] Al-Qutub, R.W.A. 2010. "Treatment of Surface Water by Autonomous Solar-Powered Membrane Cells"(tesis). Palestine : An-Najah National University.
- [7] Halim, A. 2009. Analisis Kelayakan Investasi Bisnis. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [8] Ariani, Wisna Dwi, dkk. 2014. Analisis Kapasitas dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Komunal Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara. Jurnal Transient, Vol 3, no. 2, Juni 2014.
- [9] SNI 03-7015-2004. 2004. "Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung" Jakarta : Badan standarisasi Nasional.
- [10] SPLN No. 72. 1987. "Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)". Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara

### Biography



*Sunaryo*, lahir di Parit Keladi pada tanggal 10 Mei 1987. Menempuh Pendidikan Program Strata I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2010. Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro konsentrasi Teknik Tenaga Listrik Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Menyetujui :

Pembimbing Utama,

Dr. Eng.Ir. Hardiansyah, MT  
NIP. 196702271993031002

Pembimbing Pembantu,

Dr. Purwoharjono, ST, MT  
NIP. 197201021998021001