

# STUDI EVALUASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) 10 KWP DI PESANTREN UMMULQURA KABUPATEN BIREUEN

Maftuh Syafa Marsaillah<sup>1</sup>, Teuku Hasannuddin<sup>2</sup>, Fauzan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: syafamaftuh@gmail.com<sup>1</sup>, Teukuhasannuddin@pnl.ac.id<sup>2</sup>, fauzan.@pnl.ac.id<sup>3</sup>

**Abstrak** –Pesantren Ummulqura memanfaatkan sistem kelistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan kapasitas 10 kWP yang terhubung langsung ke jaringan PLN (sistem on grid). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja teknis dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas 10 kWP yang dipasang di Pesantren Ummulqura, Kabupaten Bireuen. Penelitian ini Menggunakan metode perhitungan dan simulasi menggunakan perangkat lunak PVSyst Sistem PLTS ini terdiri dari panel surya tipe monokristalin dan inverter yang bekerja untuk menghasilkan daya listrik sebagai kebutuhan pesantren Ummulqura. Evaluasi dilakukan dengan mengukur berbagai parameter seperti intensitas cahaya matahari, tegangan dan arus keluaran dari panel surya dan inverter. Hasil pengukuran pada sudut optimal menunjukkan bahwa efisiensi panel surya dan inverter masing-masing adalah 25% dan 33,63% dari kapasitas maksimumnya. Hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PVSyst pada sudut optimal menunjukkan bahwa efisiensi sistem PLTS 87,69 %. Penelitian ini juga mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi sistem, seperti kondisi cuaca, sudut pemasangan panel, dan kualitas perangkat.

**Kata Kunci:** *Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), panel surya, inverter, efisiensi energi, simulasi PVSyst, Bireuen.*

## I. PENDAHULUAN

Pesantren Ummulqura memanfaatkan dua sistem kelistrikan, yaitu menggunakan jaringan PLN sebagai sumber utama daya dengan total daya 4424 kWh dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terhubung langsung ke jaringan PLN (sistem on grid). Kapasitas daya yang dapat dihasilkan oleh PLTS diperkirakan mencapai 10 kWP. Dengan kapasitas tersebut, PLTS diharapkan dapat memberikan kontribusi yang efisien, efektif, dan fleksibel terhadap kebutuhan energi pesantren. Hal ini dapat memberikan manfaat signifikan dalam pengelolaan biaya operasional, mengingat PLTS dapat menjadi sumber energi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

Sejak pendirian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Pesantren Ummulqura, belum ada evaluasi yang dilakukan untuk menilai kinerja sistem dan manfaatnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap sistem dan manfaat PLTS. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan efisiensi, efektivitas, dan fleksibilitas dari PLTS yang telah dipasang di Pesantren Ummulqura. Berdasarkan hal ini, penulis tertarik untuk mengevaluasi sistem dan kegunaan PLTS di Pesantren Ummulqura, Kabupaten Bireuen.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik. Sistem ini bekerja dengan mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Sistem fotovoltaik pada PLTS bekerja dengan mengkonversi energi matahari menjadi listrik melalui sel fotovoltaik. Sel fotovoltaik, yang umumnya terbuat

dari bahan semikonduktor seperti silikon, dapat menghasilkan listrik saat terkena sinar matahari. Tingkat intensitas radiasi matahari yang diterima oleh sel fotovoltaik secara langsung memengaruhi daya listrik yang dihasilkan. Semakin tinggi intensitas radiasi atau iradiasi matahari, semakin tinggi pula daya listrik yang dapat dihasilkan oleh sel fotovoltaik yang memerlukan sumber energi yang andal dan efisien.[1]

### B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) on Grid

PLTS on-grid atau Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhubung ke Jaringan adalah suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung langsung ke jaringan listrik umum. Sistem PLTS on grid tidak menggunakan baterai sebagai penyimpan energi, sebaiknya energi yang dihasilkan langsung digunakan atau dilarikan ke jaringan, dan ketika PLTS tidak menghasilkan cukup energi (misal pada malam hari) listrik dapat diambil dari jaringan [2]

### C. Prinsip Kerja PLTS on Grid

1. Saat sinar matahari mengenai modul panel surya maka energi elektromagnetik akan berubah menjadi energi listrik. Tegangan yang keluar dari modul surya (DC) akan dikonversi menjadi tegangan (AC) oleh inverter. Peningkatan Tekanan: Pembakaran menghasilkan gas panas yang meningkatkan tekanan di dalam ruang bakar. [3]
2. Keluaran inverter terhubung parallel dengan PLN, pada saat di panel beban akan dilakukan sinkronisasi tegangan, frekuensi, dan sudut fasa. Tegangan yang keluar dari sistem PLTS (inverter) bersinegri dengan arus dari PLN dalam memenuhi kebutuhan listrik dengan memprioritaskan tegangan keluaran dari

sistem PLTS. [3]

3. Impor energi listrik terjadi saat produksi daya PLTS tidak dapat memenuhi beban secara keseluruhan, sehingga masih menggunakan daya PLN. Ekspor energi listrik terjadi ketika produksi PLTS melebihi dari beban listrik, sehingga sisa daya akan disalurkan ke jaringan listrik PLN. [3]

D. Pengoperasian maksimum PLTS sangat tergantung pada hal sebagai berikut

1. Temperature :  
Sebuah panel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperature yang diterimanya tetap pada temperature 25oC. Jika kenaikan temperature lebih tinggi dari temperature normal akan melemahkan tegangan (VOC) yang dihasilkan. [3]
2. Intensitas Cahaya Matahari :  
Intensitas cahaya matahari akan berpengaruh pada daya keluaran panel surya. Semakin rendah intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka arus (ISC) akan semakin rendah. Hal ini membuat titik Maksimum Power Point berada pada titik yang semakin rendah. [3]
3. Rangkaian Panel Surya :  
Rangkaian pada panel surya ke arah matahari adalah penting, agar panel surya dapat menghasilkan energi maksimal.[4]
4. Jumlah Panel Surya :  
Menentukan jumlah panel yang tepat dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat penting untuk memastikan pemenuhan kebutuhan energi, optimasi investasi, efisiensi, dan keandalan sistem.
5. Sudut Kemiringan Panel Surya :  
Sudut kemiringan memberikan dampak yang besar terhadap radiasi matahari di permukaan panel surya. Untuk sudut kemiringan tetap, daya maksimum selama satu tahun akan diperoleh ketika sudut kemiringan panel surya sama dengan lintang lokasi.[4]

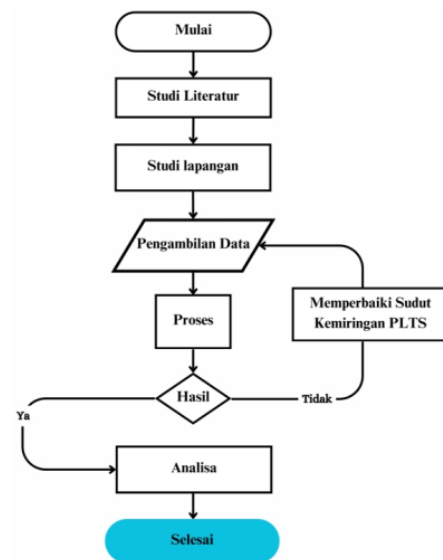
E. Komponen – komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

1. Panel Surya :  
Nama lain dari panel surya adalah photovoltaic, yang berasal dari kata "photo" yang berarti cahaya dan "volta" (yang berasal dari mana seorang fisikawan Italia Alessandro Volta) yang berarti unit tegangan listrik. Dengan kata lain arti kata photovoltaic yaitu proses konversi cahaya matahari langsung untuk menjadi energi listrik. Photovoltaic (PV) merupakan elemen aktif semikonduktor yang menggunakan efek photovoltaic untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik tanpa menggunakan bagian mekanis yang bergerak atau bahan bakar.[5]

2. Inverter :  
Inverter adalah perangkat elektronik yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), seringkali pada tegangan yang lebih tinggi. Ini adalah komponen penting dalam sistem tenaga terbarukan seperti panel surya, baterai, dan sistem angin, karena mayoritas peralatan rumah tangga menggunakan arus bolak-balik. Inverter gelombang sinus murni menghasilkan keluaran AC dengan bentuk gelombang yang mirip dengan gelombang listrik rumah tangga konvensional. [5]

III. METODOLOGI

- A. Metode Pengambilan Data
  1. Data Parameter Keluaran Panel Surya :  
Spesifikasi, tegangan, arus, intensitas cahaya matahari, sudut kemiringan dan luas area pemasangan panel surya
  2. Data Parameter Keluaran Inverter :  
Mengukur parameter pada inverter memiliki tujuan untuk memastikan kesesuaian antara hasil pengukuran yang tertampil pada panel inverter itu sendiri dengan data spesifikasi yang terdapat pada inverter yang digunakan.
- B. Proses Pengolahan Data
  1. Berapa nilai intensitas cahaya di PLTS Pesantren Ummulqura Bireuen
  2. Berapa jumlah panel surya yang terpasang di PLTS Pesantren Ummulqura Bireuen
  3. Berapa sudut optimal panel surya di PLTS Pesantren Ummulqura Bireuen
  4. Berapa daya yang dihasilkan panel surya Pesantren Ummulqura Bireuen
- C. Teknik Pengolahan Data  
Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* gbr 1.

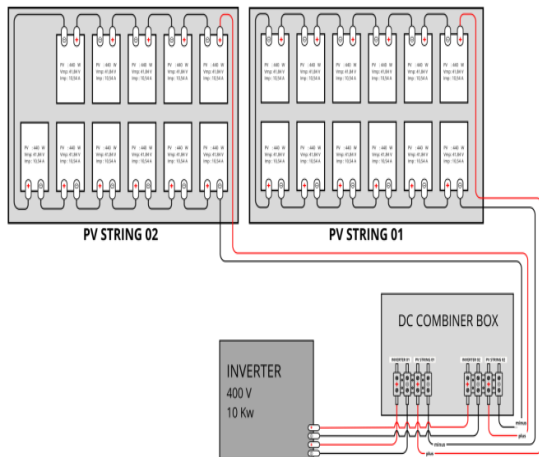


Gbr.1 Flowchart (Diagram Alir)

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Single Line Diagram Sistem PLTS 10 kW di Pesantren Ummulqura Bireuen**

Sistem pembangkit listrik tenaga surya di pesantren Umumqura menggunakan rangkaian seri pada PVnya, yang mana pada string 1 terdapat sebelas buah panel surya jenis monokristalin dirangkai seri menjadi dua keluaran ( positif dan negatif) terhubung ke DC combiner box akan diteruskan pada inverter kapasitas 10 kW. Pada string 2 terdapat dua belas buah panel surya jenis monokristalin dirangkai seri menjadi dua keluaran ( positif dan negatif) terhubung ke DC combiner box akan diteruskan pada inverter kapasitas 10 kW.



Gbr.2 Diagram Single Line PLTS

**B. Parameter Keluar Panel Surya dan Inverter**

**1. Data Panel Surya**

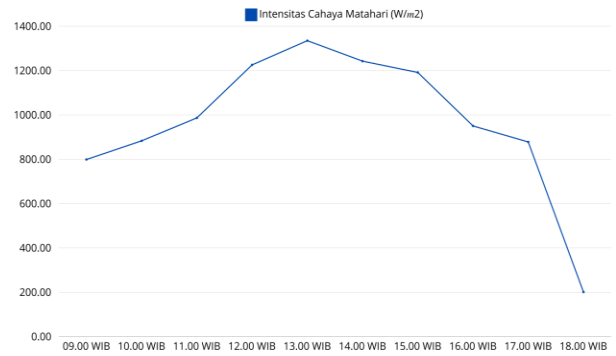
Data panel surya yang diambil adalah intensitas cahaya matahari, luas area panel surya, sudut kemiringan panel surya, dan tegangan output.

TABEL I  
Data panel surya

No	Waktu	Intensitas Cahaya Matahari (W/m <sup>2</sup> )	Luas Area (m <sup>2</sup> )	Sudut Kemiringan	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)
<b>String 1</b>						
1	09.00 WIB	798,6	26	15°	464,2	3,82
2	12.00 WIB	1225,4	26	15°	465,7	5,4
3	18.00 WIB	201,2	26	15°	428,9	1,7
<b>Rata-rata</b>		<b>969,04</b>	<b>26</b>	<b>15°</b>	<b>459,9</b>	<b>4,16</b>
<b>String 2</b>						
1	09.00 WIB	798,6	24	15°	406,9	2,82
2	12.00 WIB	1225,4	24	15°	411,6	3,51
3	18.00 WIB	201,2	24	15°	355,8	1,08
<b>Rata-rata</b>		<b>969,04</b>	<b>24</b>	<b>15°</b>	<b>401,87</b>	<b>3,2</b>

Tabel I adalah data yang diambil dari panel surya string 1 dan string 2 Hasil Pengukurang pada

panel surya dilakukan selama 10 dari jam 09.00 WIB hingga 18.00 WIB dalam satu hari di pesantren ummulqura Bireun, dengan latitude 5,20° dan longitude 96°.



Gbr 2 Grafik Intensitas Cahaya Matahari

**2. Data Inverter**

Data inverter yang diambil Tegangan output. Arus output, Daya Ouput, dan Frekuensi.

TABEL II  
Data Inverter

No	Waktu	Tegangan Output (V)	Arus Output (I)	Daya Ouput (W)	Frekuensi (Hz)	PF
<b>Line A</b>						
1	09.00 WIB	239,8	6,2	987,6	50	0,95
2	12.00 WIB	242,2	7,6	1889	50	0,988
3	18.00 WIB	241,6	0,288	1,9	50	0,173
<b>Rata-rata</b>		<b>242,3</b>	<b>5,4</b>	<b>1147,15</b>	<b>1147,15</b>	<b>0,88</b>
<b>Line B</b>						
1	09.00 WIB	233	5,9	965	50	0,95
2	12.00 WIB	238,4	7,8	1873	50	0,988
3	18.00 WIB	238	0,25	0,89	50	0,173
<b>Rata-rata</b>		<b>238,4</b>	<b>5,4</b>	<b>1216,3</b>	<b>50</b>	<b>0,88</b>
<b>Line C</b>						
1	09.00 WIB	233,2	5	879	50	0,95
2	12.00 WIB	238,2	7,7	1863	50	0,988
3	18.00 WIB	231,7	0,26	0,45	50	0,173
<b>Rata-rata</b>		<b>234,8</b>	<b>5,2</b>	<b>1198,2</b>	<b>50</b>	<b>0,88</b>

**C. Data Ekspor Impor PLTS**

TABEL III  
Data kWh Exim

No	Waktu	Export PLTS (Wh)	Import PLN (Wh)
1	09.00 WIB	24	212
2	10.00 WIB	10	1041
3	11.00 WIB	0	3197

4	12.00 WIB	0	5250
5	13.00 WIB	0	5704
6	14.00 WIB	0	4513
7	15.00 WIB	693	0
8	16.00 WIB	11	110
9	17.00 WIB	0	1030
10	18.00 WIB	0	1409
<b>Total</b>		<b>738</b>	<b>16762</b>

Daya yang digunakan Total energi yang diekspor oleh sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) selama periode waktu yang diamati adalah 738 Wh. Di sisi lain, total energi yang diimpor dari PLN selama periode yang sama jauh lebih besar, yaitu 16.762 Wh. Ini menunjukkan bahwa konsumsi listrik sebagian besar masih bergantung pada PLN, dengan kontribusi PLTS yang relatif kecil.

D. Data Perhitungan

TABEL I  
Data Perhitungan Parameter

No	Parameter	Hasil Perhitungan
1	Intensitas cahaya matahari	1012.95 W/M <sup>2</sup>
2	Sudut optimal	18,25°
3	Jumlah panel surya	21
4	Daya Max panel surya	10120 W
5	Daya keluaran panel surya	2559,33 W
6	Daya keluaran inverter	3363,49 W
7	Efisiensi panel surya	25 %
8	Efisiensi inverter	33,63 %

Data dalam tabel 1 menunjukkan bahwa meskipun sistem PLTS ini memiliki potensi daya yang besar, efisiensi keseluruhan sistem tampaknya tidak optimal, terutama pada bagian inverter. Perbedaan besar antara daya maksimum panel surya dan daya keluaran aktual serta efisiensi inverter yang rendah merupakan titik kritis yang perlu ditingkatkan untuk memaksimalkan produksi energi listrik dari PLTS ini.

V. KESIMPULAN

1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 10 kW di Pesantren Ummulqura, Kabupaten Bireuen, terdiri dari rangkaian seri dengan 2 string. Sistem ini menggunakan 23 unit panel surya tipe monokristalin dengan kapasitas daya masing-masing 440 W, serta dilengkapi dengan satu unit inverter merek Sungrow berkapasitas 10 kW.
2. Hasil pengukuran keluaran sistem panel surya didapatkan rata-rata intensitas cahaya 969,04 W/m<sup>2</sup> dapat menghasilkan daya aktif rata-rata 3363,49 W
3. Dari data hasil pengukuran dan perhitungan didapatkan nilai efisiensi panel surya sebesar 25 % dan inverter sebesar 33,63 %

REFERENSI

- [1] Abdillah, M. P. R. (2023). **Evaluasi kinerja plts 1200wp di desa bungku dusun kunangan jaya ii rt. 28**
- [2] Ardiansyah, A., Setiawan, I. N., & Sukerayasa, I. W. (2021). **Perancangan PLTS Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian dan Pengembangan Kota Probolinggo.**
- [3] Santoso, P. P. A., Nopriandy, F., Ningsih, I. F. B., Anjiu, L. D., & Kurniawan, I. (2022). **Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material**
- [4] Murniati, R., & Nojeng, S. (2021). **Pengaruh Temperatur Permukaan Terhadap Efisiensi Konversi Photovoltaik Tipe Mono-Crystalline Pada Daerah Tropis.**
- [5] Santoso, P. P. A., Nopriandy, F., Ningsih, I. F. B., Anjiu, L. D., & Kurniawan, I. (2022). **Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material.**