

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI LAHAN PERTANIAN SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER ENERGI

Maudi Aksa¹, Radhiah², Nelly Safitri³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: maudi813@gmail.com¹, radhiah@pnl.ac.id², nellysafitri@pnl.ac.id³

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sistem *off-grid* pada lahan pertanian di Desa Tambon Tunong. PLTS merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik. Penelitian ini fokus pada pengujian komponen utama seperti modul surya, *inverter*, baterai, dan *Solar Charge Controller* (SCC), serta mengevaluasi performa dan efisiensi sistem dalam melayani kebutuhan energi pada lahan pertanian tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem PLTS *off-grid* yang dirancang mampu menyediakan daya yang cukup untuk kebutuhan pertanian, dengan efisiensi yang dapat diterima. Tegangan keluaran tertinggi yang dicatat untuk baterai adalah 13,79 V dan yang terendah adalah 13,17 V. Untuk solar panel, tegangan tertinggi yang dicatat adalah 18,55 V, sedangkan tegangan terendah adalah 16,34 V. Pada *inverter*, tegangan input tertinggi adalah 14,8 V dan yang terendah adalah 13,2 V. Selain itu, daya output PLTS tertinggi yang dihasilkan adalah 258,62 W pada pukul 12:45, dan daya terendah adalah 171,27 W pada pukul 11:00. Sistem ini memungkinkan lahan pertanian yang terletak di daerah rawan pemadaman listrik untuk memiliki sumber energi yang mandiri dan berkelanjutan. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat menjadi alternatif yang efektif dalam menyediakan sumber energi ramah lingkungan untuk sektor pertanian, khususnya di daerah-daerah terpencil.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Off-Grid, Lahan Pertanian, Energi Terbarukan.

I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan sumber energi terbarukan yang menggunakan sinar matahari untuk menghasilkan listrik. PLTS memiliki latar belakang dalam upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengatasi isu perubahan iklim. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berbeda dengan energi lainnya, energi matahari disebut energi yang berkelanjutan karena pasokannya tidak akan habis atau disebut terbarukan, salah satu pemanfaatannya ialah sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Jadi penulis membuat Rancang Bangun Pembangkitan Listrik Tenaga Surya Sistem *Offgrid* guna memberikan beberapa manfaat seperti akses energi di lokasi lahan pertanian.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mempunyai kelebihan hemat biaya bahan bakar karena memanfaatkan panas matahari sehingga mengurangi kebutuhan bahan bakar lainnya dan mengurangi biaya operasional, selain itu ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas atau polusi udara, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Skalabilitas PLTS *off-grid* dapat diadaptasi sesuai kebutuhan energi, baik untuk aplikasi skala kecil seperti rumah tangga atau skala besar seperti instalasi industri, mengenal sistem *off-grid* sistem ini sangat cocok digunakan di perkebunan atau daerah yang rawan pemadaman listrik, sistem *off-grid* dapat meningkatkan pasokan keandalan pasokan energi.

Pembangkit listrik tenaga surya mempunyai banyak kelebihan salah satunya kemandirian energi oleh karena itu penulis membangun plts pada lahan pertanian yang terletak di desa Tambon Tunong yang memiliki luas ±600M dimana lahan ini digunakan untuk menanam tanaman hidroponik dimana jenis tanaman ini membutuhkan air dan cahaya yg cukup agar mempunyai sistem energi yang mandiri dan tidak bergantung pada listrik umum dimana sering terjadi pemadaman. Lahan pertanian memiliki area yang luas dan terbuka, yang ideal untuk instalasi panel surya, tanpa banyak halangan gedung tinggi sepanjang hari.[1]

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan radiasi matahari melalui sel surya atau disebut PV (*photovoltaic*) untuk mengkonversi radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik, sel surya merupakan lapisan-lapisan tipis dari bahan semi-konduktor silikon (Si) murni dan bahan semi konduktor lainnya. PLTS menggunakan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC yang kemudian diubah menjadi arus listrik AC apabila diperlukan. Oleh karena itu meskipun dengan cuaca mendung, selama masih terdapat cahaya (radiasi), maka PLTS tetap akan memproduksi listrik walaupun dalam jumlah yang kecil. PLTS pada

umumnya adalah pencatu daya dan dapat dirancang untuk mencatu daya untuk kebutuhan listrik yg kebutuhan kecil maupun kebutuhan besar seperti pada kebutuhan industri, baik secara mandiri, maupun *hybrid*, baik dengan metode desentralisasi (satu rumah dengan satu pembangkit) maupun sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel).[2]

B. Potensi Energi Surya Di Indonesia

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi, khususnya minyak bumi, yang terjadi sejak tahun 1970-an mendapat perhatian yang cukup besar dari banyak negara di dunia. Di samping jumlahnya yang tidak terbatas, pemanfaatannya juga tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Cahaya atau sinar matahari dapat dikonversi menjadi listrik dengan menggunakan teknologi sel surya atau fotovoltaik.[1]

A. Komponen Utama PLTS

1. Panel Surya: komponen penting dalam konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik.
2. *Solar Charge Controller (SCC)*: SCC berfungsi sebagai pengatur pengisian arus searah (DC) dari panel ke baterai.
3. *Inverter*: mengubah arus listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya ke arus listrik bolak-balik (AC).
4. Baterai: Berfungsi sebagai untuk penyimpanan energy yang dihasilkan dari panel surya.

III. METODOLOGI

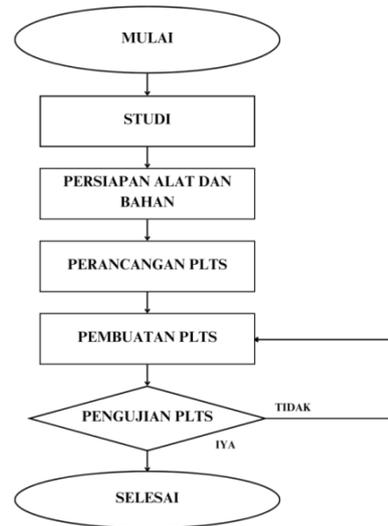
Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lahan pertanian di desa Tambon Tunong, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara, Aceh.

TABEL 1
Alat Dan Bahan

No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah	Satuan
1.	Mounting	1	Unit
2.	Panel Box	1	Unit
3.	Panel Surya 200Wp	1	Unit
4.	Solar Charge Controller 20A	1	Unit
5.	Inverter 1000W	1	Unit
6.	Baterai 12V45Ah	1	Unit
7.	MCB	3	Unit
8.	Stop Kontak	1	Unit
9.	Kabel Tembaga	Secukupnya	Unit

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* pada gambar 1.



Gbr 1 Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancang Bangun

Pengimplementasian rancang bangun didasarkan pada perancangan alat yang sesuai dengan perancangan. Implementasi Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Di Lahan Pertanian Sebagai Alternatif Sumber Energi.



Gbr 2 Perancangan PLTS



Gbr 3 Lahan Pertanian

B. Pengambilan Data

Setelah melakukan pengujian masing-masing blok, peneliti melakukan pengambilan data. Data yang diambil merupakan data dari tegangan keluaran

berbeban/tanpa berbeban pada baterai, solar panel, dan inverter serta Pengukuran radiasi matahari. Pengambilan data dilakukan selama 1 hari dengan resolusi data per 15 menit dengan sudut kemiringan 45°. Pengujian dilakukan dari pukul 11.00-13.00 selama 1 hari.

TABEL II
Tabel Tegangan Keluaran Saat Tak Berbeban

Jam	Tegangan Keluaran Saat Tak Berbeban(V)			
	Baterai	Solar Panel	Inverter Input	Inverter Output
11.00	13.40	16.34	13.2	224.9
11.15	13.60	16.74	13.4	227.8
11.30	13.74	16.44	13.8	224.9
11.45	13.58	17.24	14.0	226.6
12.00	13.70	17.56	14.2	225.8
12.15	13.67	17.75	14.8	227.4
12.30	13.23	18.01	13.2	230.1
12.45	13.17	18.55	13.5	227.5
13.00	13.79	18.17	13.2	228.9
Rata-rata	13.54	17.42	13.7	227.1

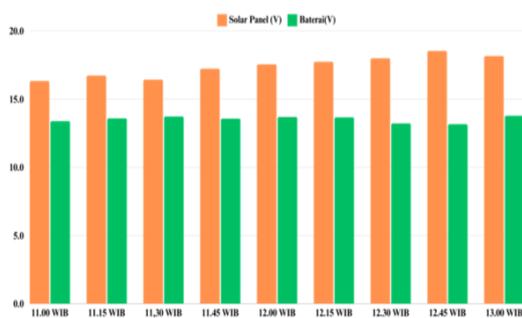
TABEL III
Tabel Tegangan Keluaran Saat Berbeban

Jam	Tegangan Keluaran Saat Berbeban(V)			
	Baterai	Solar Panel	Inverter Input	Inverter Output
11.00	12.40	13.34	13.5	222.1
11.15	13.66	13.74	13.3	223.6
11.30	13.67	13.44	13.5	224.1
11.45	13.47	15.24	13.0	223.7
12.00	13.67	15.56	12.9	223.6
12.15	13.33	15.75	12.7	223.8
12.30	13.65	16.05	13.6	224.1
12.45	13.50	16.25	13.9	225.7
13.00	13.23	16.02	13.8	223.6
Rata-rata	13.40	15.04	13,36	223.8

TABEL IV
Tabel Radiasi Matahari

Irradiance (Watt/m ²)										Rata-Rata
Jam										
11.00	11.15	11.30	11.45	12.00	12.15	12.30	12.45	13.00		
733,0	772,4	756,7	824,1	856,5	866,8	898,7	1098,2	988,9	866,14	

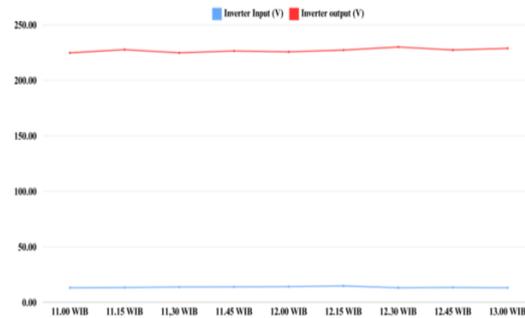
C. Analisa Data



Gbr 6 Grafik Tegangan Output Solar Panel dan Baterai Tidak Berbeban

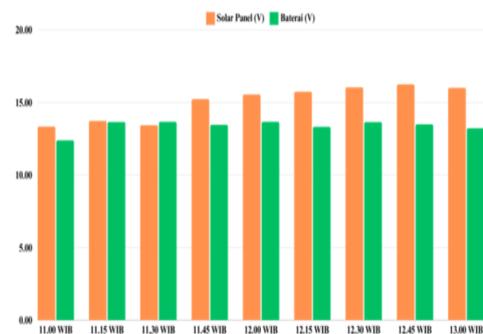
Berdasarkan 6 grafik data tegangan keluaran dalam kondisi tak berbeban, analisis menunjukkan variasi yang signifikan antara nilai tertinggi dan terendah untuk masing-masing komponen. Tegangan keluaran terendah untuk baterai tercatat sebesar 13,17 V pada pukul 12.45, sementara tegangan tertinggi mencapai 13,79 V pada pukul 13.00. Untuk solar panel,

nilai tegangan terendah adalah 16,34 V pada pukul 11.00, sedangkan nilai tertingginya mencapai 18,55 V pada pukul 12.45.

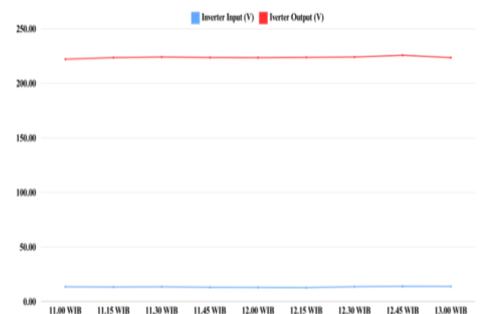


Gbr 7 Grafik Tegangan Input Output Inverter Tidak Berbeban

Pada *inverter* input, tegangan terendah tercatat sebesar 13,2 V pada beberapa waktu (11.00, 12.30, dan 13.00), dan tegangan tertinggi mencapai 14,8 V pada pukul 12.15. Fluktuasi tegangan ini menunjukkan bahwa sistem mengalami variasi performa yang disebabkan oleh perubahan input daya.



Gbr 8 Grafik Tegangan Output Solar Panel dan Baterai Berbeban



Gbr 9 Grafik Tegangan Input Output Inverter Berbeban

Berdasarkan gambar 8 dan 9 grafik Dalam kondisi berbeban, tegangan keluaran untuk baterai memiliki nilai terendah sebesar 13,17 V yang tercatat pada pukul 12.45, nilai tertingginya mencapai 13,79 V pada pukul 13.00. Untuk solar panel, tegangan keluaran terendah adalah 16,34 V pada pukul 11.00, dan nilai tertingginya

tercatat sebesar 18,55 V pada pukul 12.45. Pada inverter input, nilai tegangan terendah tercatat sebesar 13,2 V pada pukul 11.00, sementara nilai tertingginya mencapai 14,8 V pada pukul 12.15.

Analisis ini menunjukkan bahwa dalam kondisi berbeban, sistem mengalami perubahan tegangan yang mirip dengan kondisi tak berbeban, meskipun ada sedikit variasi dalam nilai tertinggi dan terendah. Perbedaan ini bisa disebabkan oleh respons sistem terhadap beban yang berbeda, menunjukkan bagaimana setiap komponen beradaptasi terhadap perubahan dalam beban operasional. Meskipun ada perubahan, tegangan masih berada dalam rentang yang stabil, menandakan bahwa sistem mampu mempertahankan performa yang konsisten meskipun berada di bawah beban. Analisis ini penting untuk memahami kinerja sistem dalam skenario berbeban dan dapat digunakan untuk mengoptimalkan desain serta operasional di masa mendatang.

D. Pembahasan

Pembahasan dalam penelitian ini menggaris bawahi pentingnya pengujian dan evaluasi menyeluruh terhadap sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* yang dirancang untuk lahan pertanian. Penelitian ini menguji berbagai komponen utama, seperti panel surya, *inverter*, baterai, dan sistem kontrol, untuk memastikan bahwa semua bagian berfungsi sesuai spesifikasi yang diharapkan. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi, yaitu berbeban dan tanpa beban, untuk menganalisis performa sistem secara keseluruhan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran sistem bervariasi tergantung pada waktu dan kondisi operasional. Misalnya, tegangan panel surya berkisar antara 16,34 V hingga 18,55 V pada kondisi tak berbeban, sementara pada kondisi berbeban, tegangan input *inverter* mencapai nilai tertinggi sebesar 14,8 V. Perubahan ini menunjukkan adanya variasi performa sistem yang diakibatkan oleh perubahan input daya, tetapi tetap dalam rentang yang stabil, menandakan bahwa sistem mampu beroperasi dengan konsisten.

Selain itu, data *irradiance* yang diukur selama periode pengujian mengindikasikan bahwa intensitas cahaya matahari berperan signifikan dalam menentukan efisiensi dan daya yang dihasilkan oleh sistem PLTS. Peningkatan *irradiance* pada siang hari menyebabkan peningkatan daya input dan output, dengan puncak daya input sebesar 1427,66 W dan puncak daya output sebesar 258,62 W pada pukul 12:45

V. KESIMPULAN

Penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid* di Lahan Pertanian sebagai Alternatif Sumber Energi" ini berhasil menunjukkan bahwa sistem PLTS *Off-Grid* dapat menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan energi di lahan pertanian. Pengujian sistem menunjukkan bahwa tegangan keluaran dan daya yang dihasilkan oleh sistem bervariasi tergantung pada kondisi operasional dan intensitas cahaya matahari, namun tetap berada dalam rentang yang stabil dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

REFERENSI

- [1] Pujiantoro, N., & dkk. (2022). **Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Untuk Perkebunan Daerah Bengkulu Utara.**
- [2] Naim, M. (2020). **Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off-grid 1000W Di Desa Loeha Kecamatan Towuti.**