



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA SISTEM *HYBRID* PLTS DAN
PLTB *HORIZONTAL OFF-GRID* DI DAERAH PULAU
PAGERUNGAN KECIL**

SKRIPSI

Oleh:

**Nouvan Nur Farin
NIM. 2202421039**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA SISTEM *HYBRID* PLTS DAN
PLTB *HORIZONTAL OFF-GRID* DI DAERAH PULAU
PAGERUNGAN KECIL**

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Nouvan Nur Farin

NIM. 2202421039

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Halaman Persembahan



*“Skripsi ini ku persembahkan untuk Bangsa, Orang tua, Masyarakat Pulau
Pangerungan Kecil, serta Almamater ku”*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

ANALISIS KINERJA SISTEM *HYBRID* PLTS DAN PLTB *HORIZONTAL*
OFF-GRID DI DAERAH PULAU PAGERUNGAN KECIL

Oleh:

Nouvan Nur Farin

NIM. 2202421039

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Ir. Andi Ulfiana., M.Si.
NIP. 196208021990032002

Pembimbing 2

Fitri Wijayanti, S.Si., M.Eng.
NIP. 198509042014042001

Kepala Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Cecep Slamet Abadi. S.T., M.T.
NIP. 196605191990031002

Pembimbing Industri
PT. Alana Green Electric

Dana Saputra, S.ST., M.M.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISIS KINERJA SISTEM *HYBRID* PLTS DAN PLTB *HORIZONTAL*
OFF-GRID DI DAERAH PULAU PAGERUNGAN KECIL**

Oleh:

Nouvan Nur Farin

NIM. 2202421039

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan (atau skripsi) di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 08 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan (Diploma IV) Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	<u>Ir. Andi Ulfiana., M.Si.</u> NIP. 196208021990032002	Ketua		08 Juli 2026
2.	<u>Prof. Dr., Tatun Hayatun Nufus, M.Si.</u> NIP. 196604161995122001	Anggota		08 Juli 2026
3.	<u>Ir. Rosidi, S.T., M.T.</u> NIP. 196509131990031001	Anggota		08 Juli 2026

Depok, 08 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nouvan Nur Farin

NIM : 2202421039

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat didalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KINERJA SISTEM *HYBRID* PLTS DAN PLTB *HORIZONTAL OFF-GRID* DI DAERAH PULAU PAGERUNGAN KECIL

Nouvan Nur Farin¹, Andi Ulfiana^{1*}, Fitri Wijayanti¹, Dana Saputra²

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²Direktur Utama, PT Alana Green Electric, Gedung Arva Cikini Lt. 3, Jl. Cikini Raya No. 60, Menteng, Jakarta Pusat, Indonesia.

*Corresponding author E-mail address: andi.ulfiana@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Ketersediaan energi listrik yang andal masih menjadi tantangan di wilayah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T) akibat keterbatasan jangkauan jaringan listrik konvensional. Sistem *hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan salah satu alternatif pemanfaatan energi terbarukan untuk mendukung penyediaan listrik secara mandiri pada sistem off-grid. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja sistem *hybrid* PLTS dan PLTB *horizontal off-grid* di Pulau Pagerungan Kecil, Kabupaten Sumenep. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data operasional sistem monitoring. Data yang dianalisis meliputi produksi energi PLTS, PLTB, kinerja baterai, serta kebutuhan beban listrik selama periode pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi energi sistem *hybrid* didominasi oleh PLTS dengan energi sebesar 18,642 kWh pada tanggal 22 Maret 2026 dan 29,853 kWh pada tanggal 23 Maret 2026, sedangkan energi PLTB masing-masing sebesar 1,277 kWh dan 1,123 kWh. Total energi sistem yang dihasilkan mencapai 19,919 kWh pada tanggal 22 Maret 2026 dan meningkat menjadi 28,976 kWh pada tanggal 23 Maret 2026. Analisis kinerja baterai menunjukkan nilai State of Charge (SOC) berada pada rentang 35%–100% dan *Depth of Discharge* (DoD) pada rentang 0%–65%, yang mengindikasikan bahwa baterai mampu mendukung proses penyimpanan dan penyaluran energi sesuai kondisi operasi sistem. Berdasarkan hasil penelitian, sistem *hybrid* PLTS–PLTB *horizontal off-grid* mampu menyediakan pasokan energi listrik secara berkelanjutan dengan PLTS sebagai sumber energi utama, PLTB sebagai sumber energi pendukung, serta baterai sebagai penyimpan energi untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik.

Kata kunci: Sistem *Hybrid*, PLTS, PLTB, Baterai, Off-Grid, Energi Terbarukan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KINERJA SISTEM *HYBRID* PLTS DAN PLTB *HORIZONTAL OFF-GRID* DI DAERAH PULAU PAGERUNGAN KECIL

Nouvan Nur Farin¹, Andi Ulfiana^{1*}, Fitri Wijayanti¹, Dana Saputra²

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²Direktur Utama, PT Alana Green Electric, Gedung Arva Cikini Lt. 3, Jl. Cikini Raya No. 60, Menteng, Jakarta Pusat, Indonesia.

*Corresponding author E-mail address: andi.ulfiana@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

The availability of reliable electrical energy remains a challenge in underdeveloped, frontier, and outermost (3T) regions due to the limited reach of conventional electricity networks. The hybrid system of Solar Power Plants (PLTS) and Wind Power Plants (PLTB) is one alternative use of renewable energy to support independent electricity supply in off-grid systems. This study aims to analyze the performance of the hybrid system of PLTS and horizontal off-grid PLTB on Pagerungan Kecil Island, Sumenep Regency. The research method used is descriptive quantitative by utilizing operational data of the monitoring system. The data analyzed include energy production of PLTS, PLTB, battery performance, and electricity load requirements during the observation period. The results show that the energy production of the hybrid system is dominated by PLTS with energy of 18,642 kWh on March 22, 2026 and 29,853 kWh on March 23, 2026, while the energy of PLTB is 1,277 kWh and 1,123 kWh, respectively. The total system energy generated reached 19,919 kWh on March 22, 2026 and increased to 28,976 kWh on March 23, 2026. Battery performance analysis shows that the State of Charge (SOC) value is in the range of 35%–100% and the Depth of Discharge (DoD) is in the range of 0%–65%, which indicates that the battery is able to support the process of storing and distributing energy according to the system operating conditions. Based on the research results, the horizontal off-grid PLTS–PLTB hybrid system is able to provide a continuous supply of electrical energy with PLTS as the main energy source, PLTB as a supporting energy source, and batteries as energy storage to maintain the continuity of electricity supply.

Keywords: *Hybrid System, PV, Batteries, Off-Grid, Renewable Energy.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya. sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kinerja Sistem *Hybrid* PLTS dan PLTB *Horizontal off-grid* di Daerah Pulau Pagerungan Kecil”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi. Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini. penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian skripsi tidak terlepas dari bantuan. bimbingan. dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu. pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri. S.T., M.Si. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta sekaligus dosen pembimbing. yang telah memberikan arahan. bimbingan. dan motivasi kepada penulis.
2. Bapak Cecep Slamet Abadi. S.T., M.T. Selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi. yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam pelaksanaan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Andi Ulfiana. M.Si. Sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan teknis, motivasi dan arahan yang sangat berharga dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Fitri Wijayanti. S. Si., M.Eng. Sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan penulisan dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dana Saputra. S.ST., M.M. Sebagai dosen pembimbing industri yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan. masukan dan pengalaman yang berharga dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh masyarakat Pulau Pagerungan Kecil, Kecamatan Sapeken, Kabupaten Sumenep, yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kerja sama selama proses pengambilan data dan pelaksanaan penelitian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ayah penulis bernama Fatchur Rozi A.Md.T yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral. serta dukungan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Penulis juga terima kasih kepada ibu penulis bernama Pusparini yang senantiasa memberikan motivasi, selalu memberikan arahan, dan doa.
9. Terimakasih kepada rekan-rekan Energi Power yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. khususnya dalam pengembangan ilmu di bidang Teknik Mesin dibidang energi terbarukan.

Depok. 25 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Nouvan Nur Farin
NIM. 2202421039



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Sistem <i>Hybrid</i> PLTS dan PLTB Horizontal <i>Off - grid</i>	5
2.1.2 Komponen Sistem <i>Hybrid</i>	6
2.1.3 Efektivitas Sistem Kinerja PLTS & PLTB	12
2.2 Kajian Literatur Penelitian Sebelumnya.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Objek Penelitian	18
3.3 Metode Pengambilan Data	20
3.4 Spesifikasi Komponen Sistem <i>Hybrid</i>	20
3.4.1 Spesifikasi Solar Panel	20
3.4.2 Spesifikasi Turbin Angin Horizontal.....	21
3.4.3 Spesifikasi Inverter	21
3.4.4 Spesifikasi Baterai	22



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.4.5 Diagram Kelistrikan Sistem <i>Hybrid</i> PLTS & PLTB <i>Off - grid</i>	22
3.5 Jenis dan Sumber Data	23
3.6 Metode Analisis Data	25
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian.....	26
4.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	26
4.1.2 Konfigurasi dan Komponen Sistem <i>Hybrid</i> PLTS – PLTB	28
4.1.3 Data Beban Kebutuhan Kantor BUMDes.....	29
4.1.4 Data Hasil Pengukuran Daya Sistem <i>Hybrid</i>	31
4.1.5 Data Hasil Pengukuran Beban Listrik Sistem <i>Hybrid</i>	39
4.2 Pembahasan	45
4.2.1 Analisis Produksi Daya Sistem <i>Hybrid</i> PLTS dan PLTB.....	45
4.2.2 Analisis Perbandingan Daya PLTB	53
4.2.3 Analisis Kinerja Baterai.....	58
4.2.4 Analisis Sistem <i>Hybrid</i> PLTS dan PLTB <i>Off- Grid</i>	67
BAB V KESIMPULAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN.....	75
Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup	75
Lampiran 2 Surat Keterangan Validasi Pengambilan Data	76
Lampiran 3 Spesifikasi PLTS	77
Lampiran 4 Spesifikasi Turbin Angin	79
Lampiran 5 Spesifikasi Inverter.....	80
Lampiran 6 Spesifikasi Baterai.....	82



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Solar Panel.....	20
Tabel 3. 2 Spesifikasi Turbin Angin Horizontal	21
Tabel 3. 3 Spesifikasi Inverter	21
Tabel 3. 4 Spesifikasi Baterai LiFePO ₄ Lithium-ion	22
Tabel 4. 1 Data Lokasi Penelitian	26
Tabel 4.2 Konfigurasi Spesifikasi Komponen	28
Tabel 4. 3 Kebutuhan Beban Kantor BUMdes	29
Tabel 4. 4 Total Kebutuhan Energi Kantor BUMdes	30
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengukuran Daya pada Sistem Tanggal 22 Maret 2026	32
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengukuran Daya pada Sistem Tanggal 23 Maret 2026	33
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengukuran Daya pada Sistem Tanggal 24 Maret 2026	34
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengukuran Daya pada Sistem Tanggal 25 Maret 2026	36
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengukuran Daya pada Sistem Tanggal 26 Maret 2026	37
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Beban Listrik Tanggal 22 Maret 2026.....	39
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Beban Listrik Tanggal 23 Maret 2026.....	40
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Beban Listrik Tanggal 24 Maret 2026.....	41
Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Beban Listrik Tanggal 25 Maret 2026.....	42
Tabel 4. 14 Hasil Pengukuran Beban Listrik Tanggal 26 Maret 2026.....	43
Tabel 4. 15 Hasil Daya Perhari	51
Tabel 4. 16 Hasil Daya Pengukuran Aktual Daya PLTB Perhari	53
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Hasil Perbandingan Daya PLTB	57
Tabel 4. 18 Hasil Operasi Baterai Tanggal 22 Maret 2026.....	58
Tabel 4. 19 Hasil Operasi Baterai Tanggal 23 Maret 2026.....	59
Tabel 4. 20 Hasil Operasi Baterai Tanggal 24 Maret 2026.....	60
Tabel 4. 21 Hasil Operasi Baterai Tanggal 25 Maret 2026.....	62
Tabel 4. 22 Hasil Operasi Baterai Tanggal 26 Maret 2026.....	63
Tabel 4. 23 Hasil Total Energi Perhari.....	65
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Kinerja Sistem Hybrid PLTS dan PLTB Off - Grid	67



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Solar Panel.....	7
Gambar 2. 2 Turbin angin HAWT	9
Gambar 2. 3 Inverter Deye	11
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	19
Gambar 3. 2 Rangkaian Skema Sistem	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Pulau Pangerungan Kecil	27
Gambar 4. 2 Kondisi Instalasi Sistem Hybrid PLTS – PLTB	28
Gambar 4. 3 Grafik Produksi Daya PLTS dan PLTB	46
Gambar 4. 4 Grafik Produksi Daya PLTS dan PLTB	47
Gambar 4. 5 Grafik Produksi Daya PLTS dan PLTB	48
Gambar 4. 6 Grafik Produksi Daya PLTS dan PLTB	49
Gambar 4. 7 Grafik Produksi Daya PLTS dan PLTB	50

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah kepulauan terpencil di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala dalam penyediaan energi listrik yang berkelanjutan. Keterbatasan jangkauan jaringan listrik konvensional menyebabkan perlunya pemanfaatan sumber energi alternatif yang berasal dari energi terbarukan. Pengelolaan sumber daya alam, khususnya pada sektor energi. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem hibrida Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), memadukan dua jenis sumber energi terbarukan guna meningkatkan keandalan dan kontinuitas pasokan listrik [1].

Pemanfaatan tenaga surya fotovoltaik dan tenaga angin dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Kedua sumber energi ini memiliki karakteristik yang saling melengkapi sehingga mampu menutupi kekurangan satu sama lain. Dengan kombinasi tersebut, kinerja sistem pembangkit dapat bekerja lebih optimal dalam memenuhi kebutuhan listrik. Selain itu, sistem hibrida juga mampu mengurangi ketidakstabilan produksi energi dari masing-masing sumber. Hal ini menjadikan sistem surya–angin lebih stabil dalam menghasilkan listrik[2].

Dalam upaya meningkatkan efektivitas pasokan listrik pada sistem *off-grid*, penerapan sistem hibrida yang mengombinasikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) menjadi solusi yang dinilai optimal, khususnya di wilayah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T). Sistem hibrida PLTS–PLTB dirancang dengan prinsip saling melengkapi, di mana penurunan produksi energi dari salah satu sumber dapat diimbangi oleh sumber energi lainnya, sehingga kontinuitas pasokan listrik dapat tetap terjaga.

Dukungan sistem penyimpanan energi, seperti baterai, memungkinkan energi listrik disimpan dan dimanfaatkan pada saat sumber energi utama tidak tersedia. Integrasi kedua sumber energi terbarukan tersebut memungkinkan pemanfaatan potensi energi surya dan angin secara lebih optimal, mengurangi ketidakstabilan pasokan akibat sifat sumber energi yang tidak kontinu, serta meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem hibrida



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PLTS–PLTB *off-grid* mampu meningkatkan kontinuitas pasokan listrik. sehingga menjadi pendekatan yang strategis dan berkelanjutan bagi pemenuhan kebutuhan energi listrik di wilayah 3T[3].

Meskipun sistem *Hybrid* PLTS–PLTB *off-grid* menyimpan potensi besar sebagai solusi energi berkelanjutan bagi wilayah kepulauan yang terisolasi dari jaringan listrik utama, keberhasilan penerapannya di lapangan tidak serta-merta terjamin. Berbagai faktor turut menentukan sejauh mana sistem ini mampu bekerja secara optimal, mulai dari perancangan dan konfigurasi sistem yang harus disesuaikan dengan kondisi geografis lokasi, kapasitas setiap komponen pembangkit dan penyimpanan energi, hingga strategi pengelolaan energi yang diterapkan agar pasokan listrik tetap stabil sepanjang waktu.

Kesenjangan antara potensi teoritis dan kinerja aktual di lapangan inilah yang menjadi tantangan utama dalam pengembangan sistem energi terbarukan berbasis *hybrid*, sehingga diperlukan kajian yang komprehensif untuk mengetahui sejauh mana efektivitas sistem *Hybrid* PLTS dan PLTB *off-grid* dalam menyediakan pasokan listrik yang optimal dan andal, khususnya pada kondisi aktual seperti yang terdapat di Pulau Pangerungan Kecil.

Dengan demikian, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan guna memberikan gambaran nyata mengenai kinerja sistem *Hybrid* PLTS–PLTB *off-grid* berdasarkan data hasil pengukuran langsung di lapangan, bukan sekadar simulasi perhitungan teoritis semata. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai bahan pertimbangan dan acuan dalam perencanaan serta pengembangan sistem pembangkit listrik mandiri berbasis energi terbarukan, terutama bagi wilayah terpencil dan kepulauan yang hingga saat ini belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga pemenuhan kebutuhan energi listrik yang layak dan berkelanjutan dapat terus diupayakan secara merata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan. maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja sistem *Hybrid* PLTS dan PLTB *horizontal off-grid* dalam menyediakan pasokan energi listrik di daerah Pulau Pangerungan Kecil?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana peran sistem penyimpanan energi dalam mendukung keandalan operasional sistem *Hybrid* PLTS dan PLTB *off-grid*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, adapun tujuan penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis keandalan sistem *Hybrid* PLTS dan PLTB *horizontal off-grid* dalam menyediakan pasokan energi listrik di daerah Pulau Pangerungan Kecil.
2. Menganalisis peran sistem penyimpanan energi dalam mendukung keandalan operasional sistem pembangkit listrik berbasis energi terbarukan di wilayah terpencil.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka manfaat penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan kajian di bidang energi terbarukan, khususnya yang berkaitan dengan sistem pembangkit listrik *Hybrid* antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pada sistem *off-grid*.
2. Menjadi referensi akademik bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis kinerja. Serta optimalisasi sistem pembangkit listrik *Hybrid* berbasis pemanfaatan energi surya dan energi angin.
3. Mendukung pengembangan pemanfaatan energi terbarukan secara berkelanjutan, sebagai alternatif solusi dalam penyediaan energi listrik yang mandiri, andal, dan ramah lingkungan

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Penelitian difokuskan pada sistem *Hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) horizontal yang sudah beroperasi secara *off-grid* dari tahun 2023.
2. Lokasi penelitian dibatasi pada wilayah Pulau 3T dengan kondisi geografis, iklim, serta akses transportasi terbatas.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Parameter yang dianalisis meliputi kontinuitas pasokan listrik dan kinerja sistem penyimpanan energi.
4. Penelitian tidak membahas aspek ekonomi secara mendalam. seperti analisis biaya investasi.
5. Penelitian tidak mencakup integrasi sistem *Hybrid* dengan jaringan listrik PLN (*on-grid*).

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur pembahasan pada setiap bab.

Bab I merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang penelitian. pertanyaan penelitian. tujuan penelitian. manfaat penelitian. batasan masalah. serta sistematika penulisan skripsi.

Bab II membahas landasan teori yang berkaitan dengan konsep energi terbarukan. sistem *Hybrid* PLTS dan PLTB *off-grid*. komponen pendukung sistem. serta penelitian terdahulu yang relevan.

Bab III menguraikan metode penelitian yang meliputi lokasi dan waktu penelitian. perancangan sistem. alat dan bahan. prosedur penelitian. serta metode pengumpulan dan analisis data.

Bab IV menyajikan hasil penelitian dan pembahasan yang mencakup analisis kinerja sistem *Hybrid* PLTS dan PLTB *off-grid* berdasarkan data yang diperoleh.

Bab V berisi kesimpulan dan saran yang memuat ringkasan hasil penelitian serta rekomendasi untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka peneliti menarik kesimpulan yakni:

1. Sistem *hybrid* PLTS dan PLTB *horizontal off-grid* mampu menyediakan pasokan energi listrik secara andal untuk memenuhi kebutuhan beban Kantor BUMDes Pulau Pagerungan Kecil. Produksi energi didominasi oleh PLTS dengan total harian antara 15,104–27,853 kWh, sementara PLTB berperan sebagai sumber pendukung dengan kontribusi 1,123–6,451 kWh yang justru meningkat saat produksi PLTS menurun. Pola saling melengkapi ini menjaga kontinuitas pasokan energi. Meskipun sempat terjadi defisit energi sebesar 2,995 kWh pada 22 Maret 2026, suplai listrik ke beban tetap terjaga tanpa *blackout*, menunjukkan keandalan sistem yang tinggi.
2. Sistem penyimpanan energi menggunakan baterai LiFePO₄ 48 V 100 Ah sebanyak 6 unit berperan penting dalam menjaga keandalan operasional sistem. Nilai SOC bergerak pada rentang 35%–100% dan DoD pada rentang 0%–65%, menunjukkan baterai bekerja pada batas aman. Indeks *battery autonomy* berkisar 27–51 jam, menandakan baterai mampu menopang beban secara mandiri lebih dari satu hari penuh saat produksi PLTS dan PLTB menurun. Baterai menyerap kelebihan energi saat surplus (*charging*) dan menyuplai kembali saat defisit (*discharging*), sehingga berfungsi efektif menjaga kestabilan pasokan listrik pada sistem *off-grid* ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang dibuat, maka peneliti merekomendasikan beberapa saran yakni:

1. Penulis menyarankan agar melakukan pemerataan energi listrik dipulau – pulau terpencil di Indonesia.
2. Pengembangan kapasitas pembangkit energi angin dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kontribusi PLTB terhadap produksi energi total sistem sehingga keandalan sistem *Hybrid* dapat ditingkatkan.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudarmanto Hasan, Marini Susanti Hamidun, dan Dewi Wahyuni K. Baderan, “Manajemen Sumber Daya Energi Terbarukan : Optimalisasi PLTS-PLTB untuk Kelistrikan Berkelanjutan di Pulau Dudepo,” *Konstr. Publ. Ilmu Tek. Perenc. Tata Ruang dan Tek. Sipil*, vol. 3, no. 3, hal. 36–45, Mei 2025, doi: 10.61132/konstruksi.v3i3.854.
- [2] Z. Nursallam, A. A. S. Ramchie, dan V. F. Aror, “Optimization of Hybrid Power Generation Systems (PLTS & PLTB) in the Tondano Lake Coastal Area,” *J. Elektr.*, vol. 4, no. 2, hal. 21–32, Des 2025, doi: 10.65485/elektrik.v4i2.1206.
- [3] M. I. Romadhon dan R. A. Nugraha, “KONSULI: Knowledge on Sustainability and Innovative Technology Optimisasi dan Permasalahan Pada Pembangkit Listrik Berbasis Energi baru Terbarukan,” vol. 1, no. 1, hal. 44–67, 2025.
- [4] A. E. Lewi, K. A. Widodo, dan B. R. P. D. Palevi, “Perancangan Sistem Hybrid PLTS dan PLTB off Grid pada Skala Rumah Tinggal di Daerah Perbukitan,” *Magnetika*, vol. 08, no. 2, hal. 280–290, 2024.
- [5] M. Ridho Ramadan, “ANALISIS EFISIENSI ENERGI SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA,” 2022.
- [6] P. Di, K. Pesisir, D. Tondano, M. Z. Nursalam, A. A. S. Ramchie, dan V. F. Aror, “Optimalisasi Pada Sistem Pembangkit Listrik Hybrid,” vol. 04, no. 02, hal. 21–32, 2025.
- [7] R. SW, “ANALISIS PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID DENGAN HOMER PRO DI PANTAI LIANG AMBON MALUKU,” *Maj. Ilm. Swara Patra*, vol. 13, no. 2, hal. 15–32, Sep 2023, doi: 10.37525/sp/2023-2/453.
- [8] A. Sofijan, M. Khorri, W. Adipradana, B. O. Siregar, R. Sipahutar, dan S. D. Oktarini, “Evaluation the Effect of Radiation and Temperature on the Efficiency of Various Types of PV Panels Monocrystalline, Polycrystalline, and Thin Film,” *Semarak Eng. J.*, vol. 9, no. 1, hal. 38–53, Jun 2025, doi: 10.37934/sej.9.1.3853.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [9] Sapto Prajogo dan Memey Meida Sari, “UNJUK KERJA TURBIN ANGIN TIPE POROS HORIZONTAL 3 SUDU BERDIAMETER 2,4 METER,” *J. Tek. Energi*, vol. 4, no. 2, hal. 322–326, Feb 2020, doi: 10.35313/energi.v4i2.1747.
- [10] M. A. Maulana dan T. Wrahatnolo, “MODELLING OF A PORTABLE WIND-POWERED ELECTRICITY GENERATION FOR SHRIMP POND IN KALANGANYAR VILLAGE,” no. 3, hal. 159–167, 2025, doi: 10.14710/transmisi.27.3.159-167.
- [11] M. Karjadi, “Desain turbin angin modern sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan kinerja energi angin.,” *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 7, no. 1, 2024.
- [12] A. F. Muhajir dan N. Sinaga, “Tinjauan Pemanfaatan Energi Bayu Sebagai Pembangkit Listrik di Provinsi Sulawesi Selatan,” *J. Tek.*, vol. 15, no. 1, hal. 55–61, 2021.
- [13] S. A. Saleem, S. Suraya, dan S. M. Irshad, “Feasibility study of rooftop solar photovoltaic system for 33/11 kV primary substation at Al Suwairah,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 32, no. 2, hal. 587–597, 2023, doi: 10.11591/ijeecs.v32.i2.pp587-597.
- [14] K. Teknis *et al.*, “Kelayakan teknis dan ekonomis pembangkit listrik tenaga surya off-grid di dusun sungai nibung tugas akhir,” 2026.
- [15] A. F. Hernawan, E. Mulyana, dan B. Trisno, “Evaluasi Kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung Centre of Excellence Universitas,” *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 26, no. 1, hal. 31–39, 2024, doi: 10.14710/transmisi.26.1.31-39.
- [16] C. J. Saputro *et al.*, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Rakit Rumah Apung Di Kawasan Pesisir Pantai Malalayang Kota Manado,” vol. 04, no. 02, hal. 40–48, 2025.
- [17] R. A. Diantari, C. Widyastuti, dan T. Elektro, “Studi Penyimpanan Energi pada Baterai PLTS,” *J. Energi Kelistrikan*, vol. 9, no. 2.
- [18] L. Zulkinurda dan N. Hariyanto, “Analisis Sistem Baterai pada Penggunaan di Gardu Induk Bandung Utara,” hal. 27–35, 2025.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [19] W. Fendzi Mbasso *et al.*, “Reliability analysis of a grid-connected hybrid renewable energy system using hybrid Monte-Carlo and Newton Raphson methods,” *Front. Energy Res.*, vol. 12, no. August, hal. 1–28, 2024, doi: 10.3389/fenrg.2024.1435221.
- [20] N. Q. Nawafilah, H. R. Agustapraja, dan N. Purnomo, “Penerapan Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Tenaga Surya Application Of Hybrid System Of Wind Power And Solar Power In Pataan,” *J. Mandala Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 2, hal. 174–180, 2022.
- [21] D. D. D. P. Tjahjana *et al.*, “Economic Feasibility of a PV-Wind Hybrid Microgrid System for Off-Grid Electrification in Papua, Indonesia,” *Int. J. Des. Nat. Ecodynamics*, vol. 18, no. 4, hal. 811–818, 2023, doi: 10.18280/ij dne.180407.
- [22] M. Kouhi, M. Moutchou, dan A. A. Elmahjoub, “Sizing optimization of a standalone PV/wind hybrid energy system with battery storage using a genetic algorithm,” *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 16, no. 2, hal. 1208–1218, 2025, doi: 10.11591/ijpeds.v16.i2.pp1208-1218.
- [23] Q. Hassan, S. Algburi, A. Z. Sameen, H. M. Salman, dan M. Jaszczur, “A review of hybrid renewable energy systems: Solar and wind-powered solutions: Challenges, opportunities, and policy implications,” *Results Eng.*, vol. 20, hal. 101621, Des 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2023.101621.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Nama | : Nouvan Nur Farin |
| 2. NIM | : 2202421039 |
| 3. Tempat. Tanggal Lahir | : Jakarta. 24 Oktober 2003 |
| 4. Jenis Kelamin | : Laki – Laki |
| 5. Alamat | : Jl. B Lagoa Terusan gang V CII Rt.015/Rw.003 |
| 6. Email | : nouvannur@gmail.com |
| 7. Pendidikan | |
| a. SD | : SDN Lagoa 11 |
| b. SMP | : SMPN 84 Jakarta |
| c. SMA | : SMK Perguruan Cikini |
| 8. Program Studi | : D4 –Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi |
| 9. Bidang Peminatan | : Renewable Energy |
| 10. Tempat / Topik OJT | : PT. Alana Green Electric |



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Surat Keterangan Validasi Pengambilan Data

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dana Saputra, S.ST., M.M.
Jabatan : Direktur Utama
Nama Industri : PT. Alana Green Electric
Alamat Industri : Gedung Arva Cikini Lt .3. Jl. Raya Cikini, Menteng, Jakarta

Dengan ini menyatakan bahwa:

Nama : Nouvan Nur Farin
NIM : 2202421039
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan : Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jakarta

Telah melakukan pengambilan data pada waktu Praktik Kerja Lapangan/Magang guna memenuhi kebutuhan penyusunan laporan dan keperluan akademik.

Demikian surat keterangan ini dibuat sebagai bukti dan melengkapi persyaratan laporan tugas akhir atau skripsi.

Atas perhatian dan kerja samanya, terima kasih.

Jakarta, 20 April 2026
Pembimbing Industri

 **PT. Alana Green Electric**
Growing Energy Sustainability

Dana Saputra



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Spesifikasi PLTS

www.jinkosolar.com

Jinko Solar
Building Your Dream in Solar

Tiger Pro 72HC

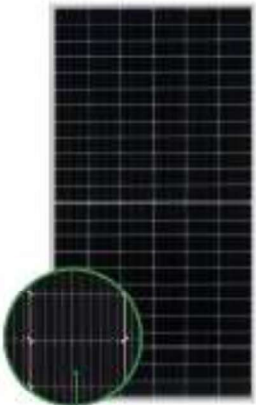
535-555 Watt

MONO-FACIAL MODULE

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)
ISO9001:2015: Quality Management System
ISO14001:2015: Environment Management System
ISO45001:2018: Occupational health and safety management systems



MBB HC Technology

Key Features

 Multi Busbar Technology Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.	 Durability Against Extreme Environmental Conditions High salt mist and ammonia resistance.
 Reduced Hot Spot Loss Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.	 Enhanced Mechanical Load Certified to withstand wind load (2400 Pascals) and snow load (5400 Pascals).
 Longer Life-time Power Yield 0.55% annual power degradation and 25 year linear power warranty.	

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



12 Year Product Warranty

25 Year Linear Power Warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years

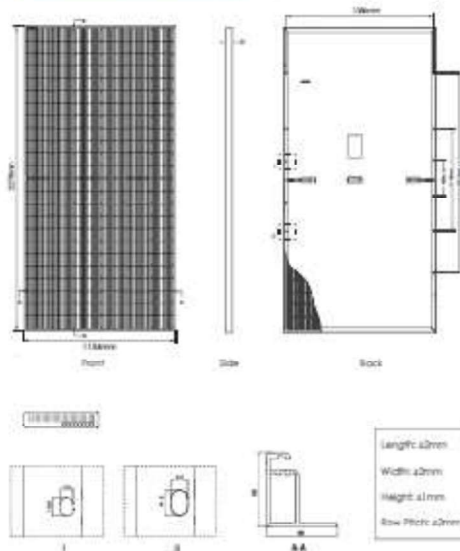


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Engineering Drawings



Packaging Configuration

[Two pallets = One stack]

31pcs/pallet, 62pcs/stack, 620pcs/ 40HQ Container

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM535M-72HL4		JKM540M-72HL4		JKM545M-72HL4		JKM550M-72HL4		JKM555M-72HL4	
	JKM535M-72HL4-V	JKM540M-72HL4-V	JKM545M-72HL4-V	JKM550M-72HL4-V	JKM555M-72HL4-V	JKM555M-72HL4-V	JKM555M-72HL4-V	JKM555M-72HL4-V	JKM555M-72HL4-V	JKM555M-72HL4-V
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp	555Wp	413Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.63V	37.91V	40.70V	38.08V	40.80V	38.25V	40.90V	38.42V	40.99V	38.59V
Maximum Power Current (Imp)	13.17A	10.50A	13.27A	10.55A	13.36A	10.60A	13.45A	10.65A	13.54A	10.70A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.34V	46.57V	49.42V	46.65V	49.52V	46.74V	49.62V	46.84V	49.72V	46.93V
Short-circuit Current (Isc)	13.79A	11.14A	13.85A	11.19A	13.94A	11.26A	14.03A	11.33A	14.12A	11.40A
Module Efficiency STC (%)	20.71%		20.90%		21.10%		21.29%		21.48%	
Operating Temperature (°C)	-40°C ~ +85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM535-555M-72HL4-(V)-F3.1-EN



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Spesifikasi Turbin Angin

Wuxi Energy Co., Ltd.
Add: Shuangxin Economical Park Binhu District Wuxi, Jiangsu, China

Model	HAWT 1000
Rated power	1000W
Maximum power	1150W
Rated voltage	24V/48V
Start up wind speed	2.5m/s
Rated wind speed	10m/s
Survival wind speed	45m/s
Top net weight	25kg
Wheel diameter	2.0m
Blades number	3
Blades material	Nylon fiber
Generator	Three phase permanent magnet ac generator
Magnetic steel	NdFeB
Generator case	Die-casting aluminum
Control system	Electromagnet
Speed regulation	Automatically adjust windward
Working temperature	-40℃~80℃
Package dimension	115*41*32cm (may differ)
Gross weight	32kg

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Spesifikasi Inverter

Single Phase Hybrid Inverter

SUN-3K-SG04LP1-24-EU-SM1

SUN-3K-SG04LP1-EU-SM1

SUN-3.6/5/6K-SG04LP1-EU-SM2



Deye
Stock Code: 605117.SH

-  Colorful touch LCD, IP65 protection degree
-  AC couple to retrofit existing solar system
-  16 Max. 16 pcs parallel for on-grid and off-grid operation; Support multiple batteries parallel
-  140 Max. charging/discharging current of 140A
-  6 6 time periods for battery charging/discharging
-  Support storing energy from diesel generator



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Technical Data

www.deyeinverter.com

Model	SUN-3K-SGD4LP1 -24-EU-SM1	SUN-3K-SGD4LP1 -EU-SM1	SUN-3.6K-SGD4LP1 -EU-SM2	SUN-5K-SGD4LP1 -EU-SM2	SUN-6K-SGD4LP1 -EU-SM2
Battery Input Data					
Battery Type:	Lead-acid or Lithium-ion				
Battery Voltage Range (V)	20-30	40-60	40-60	40-60	40-60
Max. Charging Current (A)	140	70	90	120	135
Max. Discharging Current (A)	140	70	90	120	135
Charging Strategy for Li-Ion Battery	Self-adaption to BMS				
Number of Battery Input	1				
PV String Input Data					
Max. PV Access Power (W)	6000	6000	7200	10000	12000
Max. PV Input Power (W)	4800	4800	5760	8000	9600
Max. PV Input Voltage (V)	500				
Start-up Voltage (V)	125				
MPPT Voltage Range (V)	150-425				
Rated PV Input Voltage (V)	370				
Max. Operating PV Input Current (A)	18			18+18	
Max. Input Short-Circuit Current (A)	27			27+27	
No. of MPPT Trackers/ No. of Strings MPPT Tracker	1/1			2/1+1	
AC Input/Output Data					
Rated AC Input/Output Active Power (W)	3000		3600	5000	6000
Max. AC Input/Output Apparent Power (VA)	3300		3960	5500	6600
Rated AC Input/Output Current (A)	13.7/13.1		16.4/15.7	22.8/21.8	27.3/26.1
Max. AC Input/Output Current (A)	15/14.4		18/17.3	25/24	30/28.7
Max. Continuous AC Passthrough (grid to load) (A)	35				40
Peak Power (off-grid) (W)	2 times of rated power, 10s				
Power Factor Adjustment Range	0.8 leading to 0.8 lagging				
Rated Input/Output Voltage Range (V)	220/230 0.85Un~1.1Un				
Rated Input/Output Grid Frequency Range (Hz)	50/45-55, 60/55-65				
Grid Connection Form	L+N+PE				
Total Current Harmonic Distortion THDi	<3% (of nominal power)				
DC Injection Current	<0.5% In				
Efficiency					
Max. Efficiency	97.6%				
Euro Efficiency	96.5%				
MPPT Efficiency	>99%				
Equipment Protection					
Integrated	DC Polarity Reverse Connection Protection, AC Output Overcurrent Protection, Thermal Protection, AC Output Overvoltage Protection, AC Output Short Circuit Protection, DC Component Monitoring, Overvoltage Load Drop Protection, Ground Fault Current Monitoring, Arc Fault Circuit Interrupter (optional), Power Network Monitoring, Island Protection Monitoring, Earth Fault Detection, DC Input Switch, DC Terminal Insulation Impedance Monitoring, Residual Current (RCD) Detection, Surge protection level				
Surge Protection Level	TYPE III(DC), TYPE III(AC)				
Interface					
Communication Interface	RS485/RS232/CAN				
Monitor Mode	GPRS/WIFI/Bluetooth/4G/LAN(optional)				
General Data					
Operating Temperature Range (°C)	-40 to +60°C, >45°C Derating				
Permissible Ambient Humidity	0-100%				
Permissible Altitude	2000m				
Noise (dB)	<30				
Ingress Protection(IP) Rating	IP65				
Inverter Topology	Non-Isolated				
Over Voltage Category	OVC II(DC), OVC III(AC)				
Cabinet Size (W×H×D mm)	376×470×241.5 (Excluding Connectors and Brackets)				
Weight (kg)	17.6			19	
Type of Cooling	Natural Cooling				
Warranty	5 Years/10 Years the Warranty Period Depends the Final Installation Site of Inverter, More Info Please Refer to Warranty Policy				
Grid Regulation	IEC 61777, IEC 62116, CEI 0-21, EN 50549, NRS 097, RD 140, UNE 217002, OVE-Richtlinie R25, G98, G99, VDE-AR-N 4105				
Safety/EMC Standard	IEC/EN 61000-6-1/2/3/4, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2				

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Spesifikasi Baterai



SmartPower 48100

3U rack-mount lithium-ion battery system

SmartPower 48100, a powerful 48V LiFePO₄ battery product, has been designed to provide power backup for remote or outside telecom plants like Access Terminals, Base Transceiver Stations, Base Station Controllers. According to customer needs, products can be expanded in parallel to meet the needs of the data center.



Benefits

- Increased energy in given space
- Easy installation and upscaling
- High operational reliability
- Optimized supervision strategy through remote control/diagnostic
- Excellent long life time
- Built-in intelligent BMS to protect the battery pack at any time and prolong its service life

Standards

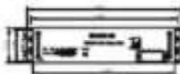
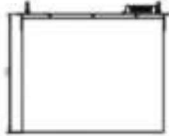
a. Product

- IEC 60950
- IEC 62321
- IEC 62133
- UN 38.3
- UL 1642
- UL 1973

b. MS certification

- ISO 9001
- ISO 14001
- OHSAS 18001

Drawing


Specifications

Nominal Characteristics		SCP48100 (23inch)
Nominal Voltage		48V
Typical Capacity		100Ah(25°C)
Typical Energy		4800 Wh
Volumetric Energy Density		148.5 Wh/dm ³
Gravimetric Energy Density		104.3 Wh/kg
Dimensions	Width	540mm
	Height	133mm(3U)
	Depth	450mm
Typical Weight		46±2kg
Electrical Characteristics		
Voltage Window		40.5 ~ 54.0V
Charge Voltage Range		52.5 ~ 54.0V
Max. Permanent Discharge Current		100A
Max. Permanent Charge Current		200A
Fast-charge Efficiency		99% (+20°C)
Energy Charge Efficiency		94% (+20°C)
Communication Interface (optional feature)		Modbus/SNMP/TCP
Additional Features (optional feature)		---
Operation Environment		
Charge Temperature		0°C to +55°C
Discharge Temperature		-30°C to +60°C
Storage Temperature		-20°C to +60°C
Protection Class		IP20



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

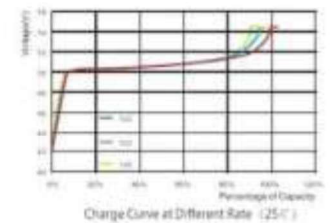
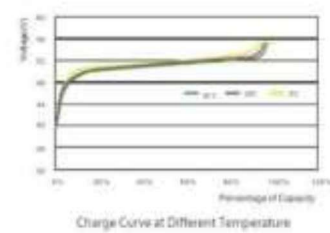
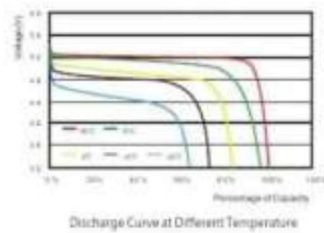
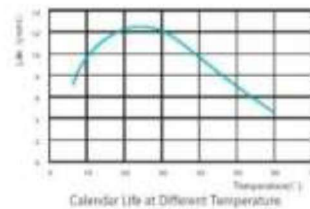
www.sacredsunsun.com



Discharge Data

Constant Current Discharge Data(25°C)										
Current/A Voltage/V Time/h	0.1C	0.2C	0.3C	0.4C	0.5C	0.6C	0.7C	0.8C	0.9C	1.0C
45.0	8.333	4.033	2.600	1.908	1.417	1.033	0.733	0.542	0.225	0.058
43.5	9.458	4.658	3.083	2.333	1.842	1.542	1.258	0.967	0.883	0.750
42.0	10.137	5.076	3.377	2.605	2.092	1.700	1.492	1.292	1.150	1.033
40.5	10.183	5.092	3.400	2.625	2.100	1.717	1.500	1.300	1.175	1.042

Performance Curve



Sacred Sun Power Sources Co., Ltd.

No.1 Shengyang Road Qufu City, PRC

Sacred Sun Asia Pacific Pte Ltd.

1, 181 View, #04-12, Pizun One, Singapore

Sacred Sun France SARL

241 Fortaine, 93253 Fargues, France

Sacred Sun MEA FZE

Jebel Ali, Dubai, UAE