

**SKRIPSI**  
**STUDI KINERJA DAN EFISIENSI BATERAI *LifePo4* 200Ah PADA SISTEM**  
**PLTS 24V MENGGUNAKAN TOROIDAL SOLAR INVERTER 1,2 KW**



Diajukan Sebagai salah satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik di  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

Muhammad Fiqh Al Abror

132021048

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**2026**

**SKRIPSI**  
**STUDI KINERJA DAN EFISIENSI BATERAI *LifePo4* 200Ah PADA SISTEM**  
**PLTS 24V MENGGUNAKAN TOROIDAL SOLAR INVERTER 1,2 KW**



Diajukan Sebagai salah satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik di  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:  
Muhammad Fiqh Al Abror  
132021048

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**2026**

**SKRIPSI**  
**STUDI KINERJA DAN EFISIENSI BATERAI  $\text{LiFePO}_4$  200 Ah**  
**PADA SISTEM PLTS 24V MENGGUNAKAN TOROIDAL**  
**SOLAR INVERTER 1,2 KW**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
3 Maret 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh  
Muhammad Fiqh Al Abror  
1320210488

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing 1

Muhammad Huraiah, S.T., M.T  
NIDN. 0228098702

Penguji 1

Dr. Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc  
NIDN. 0002107302

Pembimbing 2

Rika Noverianty, S.T., M.T  
NIDN. 0214117504

Penguji 2

Muhammad Huraiah, S.T., M.T.  
NIDN. 0228098702

Menyetujui  
Dekan Fakultas Teknik



Ir. A. Junaidi, M.T  
NIDN. 0202026302

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Heby Ardianto, S.T., M.Cs  
NIDN. 0207038101

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 6 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Fiqh Al Abror

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **Moto**

1. “Sebutkanlah namanya, tetap dijalannya Kelak kau mengingat, Kau akan teringat, Terus berenang Lanjutlah Mendaki.” (33x - Perunggu)
2. “Aku tahu kamu hebat, Namun selamanya diriku pasti berkuat Tuk selalu jauhkanmu dari dunia yang jahat.”( Feast - Nina)

### **Kupersembahkan Skripsi ini Kepada:**

1. ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, dan kemudahan.
2. Kepada Orangtuaku tercinta, Bapak Wintoro Wiryadinata dan Ibu Mulyani Barkah serta kakak saya Riyan Kurnia Dillah, yang telah mendoakan dan memberikan semangat dan, memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan sekaligus telah menjadi Bapak tercinta dikampus maupun dilapangan, dan mengajarkan banyak hal yang sangat bermanfaat. Serta Pembimbing II saya Ibu Rika Noverianty, S.T., M.T yang sudah sabar dan memberikan motivasi dan semangat serta membimbing penyelesaian penulisan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Kepada Supporter SMANBILPABOYS Terima kasih telah mengajarkan bahwa harus bangkit dari posisi terpuruk dan semangat dari keterpurukan itu dan penulis belajar banyak hal apa itu arti kekelahan dan kemenangan dalam proses.
6. Kepada WARONG BUK AM, Warong yang dimana selalu di jadikan penulis tempat singgah untuk menyelesaikan skripsi ini.

7. Kepada WARONG UDA, Warong yang dimana tempat penulis bercerita dan memberikan solusi dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada Teman saya Maruli Rizki Harahap, Terima kasih yang telah memberikan semangat dan doa serta motivasi ke penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada Teman Saya Yogi, Terima kasih telah berpartisipasi dan memberikan semangat kepada penulis yang tidak kenal lelah sehingga penulis dapat menyelesaikan sepenuhnya dalam mengerjakan skripsi ini
10. Kepada akbar, dwiki, david, terima kasih telah membantu penulis dan memberikan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Terutama untuk diri saya sendiri Muhammad Fiqh Al Abror, terima kasih atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga mampu bertahan dan terus melangkah sejauh ini. Terima kasih pada raga dan jiwa yang masih tetap tegar dan ikhlas menjalani semuanya hingga sekarang. Terima kasih telah percaya pada keraguan dan kelelahan dalam setiap proses ini, meskipun jalannya terasa begitu berat, **Saya bangga pada diri saya sendiri!**. Aku bangga padamu, bukan karena kau sempurna, tapi karena kau bertahan disaat semua alasan untuk menyerah begitu banyak. Teruslah berjalan meski perlahan, asal tidak berhenti.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunianya jualah penulisan dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **STUDI KINERJA DAN EFISIENSI BATERAI LifePo4 200Ah PADA SISTEM PLTS 24V MENGGUNAKAN INVERTER HYBRID 1,2 kW** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Bapak Muhammad Hurairah S.T, M.T, selaku Pembimbing I
2. Ibu Rika Noverianty, S.T., M.T, selaku Pembimbing II Dan

tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abdi Djazuli, S.E., MM, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Satf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapa dan Ibu staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulisan baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu keritik dan saran dari pembaca akan penulisan terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas muhammadiyah Palembang.

Palembang, 6 Februari 2025

Palembang

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Fiqh Al Abror', written in a cursive style.

MUHAMMAD FIQH AL ABROR

132021048

## ABSTRAK

Pemanfaatan energi surya melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memerlukan sistem penyimpanan energi yang andal karena sifat energi surya yang tidak tersedia secara kontinu. Baterai Lithium Iron Phosphate ( $\text{LiFePO}_4$ ) banyak digunakan pada sistem PLTS karena memiliki umur pakai yang panjang, tingkat keamanan yang tinggi, serta karakteristik tegangan yang stabil. Namun, kinerja baterai  $\text{LiFePO}_4$  dalam aplikasi nyata sangat dipengaruhi oleh kondisi iradiasi matahari dan efisiensi perangkat pendukung, khususnya inverter hybrid. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dan efisiensi baterai  $\text{LiFePO}_4$  berkapasitas 200 Ah pada sistem PLTS 24 V yang menggunakan inverter hybrid berdaya 1,2 kW. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian langsung pada proses pengisian (charging) dan pengosongan (discharging) baterai. Parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, daya, energi, State of Charge (SOC), dan Depth of Discharge (DOD), dengan pengambilan data pengisian setiap 15 menit dan pengosongan setiap 10 menit menggunakan variasi beban 290 W dan 415 W. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses pengisian, tegangan baterai berada pada kisaran 26,0–26,4 V dengan arus pengisian 2,2–8,8 A serta peningkatan SOC dari 73% menjadi 76% pada iradiasi matahari 53,5–1164  $\text{W/m}^2$ . Total energi yang masuk ke sistem sebesar 1.376,18 Wh, sedangkan energi yang tersimpan di dalam baterai sebesar 841,3 Wh sehingga diperoleh efisiensi pengisian sebesar 61%. Pada proses pengosongan, tegangan baterai menurun secara bertahap dari 25,5 V hingga 22,0 V dengan arus 2,1–13,7 A dan efisiensi pengosongan sebesar 75%, sementara inverter hybrid mampu mempertahankan tegangan keluaran AC yang stabil pada kisaran 217–218 V. Hasil ini menunjukkan bahwa baterai  $\text{LiFePO}_4$  200 Ah memiliki kinerja yang baik dan andal sebagai sistem penyimpanan energi pada PLTS 24 V skala kecil.

**Kata kunci:** Baterai  $\text{LiFePO}_4$ , Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Inverter Hybrid, Efisiensi Baterai, Sistem Penyimpanan Energi.

## ABSTRACT

*The utilization of solar energy through Solar Power Generation Systems requires a reliable energy storage system due to the intermittent nature of solar radiation. Lithium Iron Phosphate ( $\text{LiFePO}_4$ ) batteries are widely used in photovoltaic systems because of their long service life, high safety level, and stable voltage characteristics. However, the actual performance of  $\text{LiFePO}_4$  batteries in real operating conditions is strongly influenced by solar irradiance and the efficiency of supporting components, particularly hybrid inverters. This study aims to analyze the performance and efficiency of a 200 Ah  $\text{LiFePO}_4$  battery in a 24 V solar power system using a 1.2 kW hybrid inverter. The research method employed was experimental, conducted through direct testing during the charging and discharging processes. The observed parameters included voltage, current, power, energy, State of Charge (SOC), and Depth of Discharge (DOD), with charging data collected every 15 minutes and discharging data collected every 10 minutes under load variations of 290 W and 415*

*W. The results show that during the charging process, the battery voltage ranged from 26.0 to 26.4 V with charging currents between 2.2 and 8.8 A, and the SOC increased from 73% to 76% under solar irradiance ranging from 53.5 to 1164 W/m<sup>2</sup>. The total energy supplied to the system during charging was 1,376.18 Wh, while the energy stored in the battery was 841.3 Wh, resulting in a charging efficiency of 61%. During the discharging process, the battery voltage gradually decreased from 25.5 V to 22.0 V with discharge currents ranging from 2.1 to 13.7 A and a discharging efficiency of 75%. Meanwhile, the hybrid inverter was able to maintain a stable AC output voltage in the range of 217–218 V. These results indicate that the 200 Ah  $\text{LiFePO}_4$  battery demonstrates good and reliable performance as an energy storage system for small-scale 24 V solar power applications.*

**Keyword:**  $\text{LiFePO}_4$  Battery, Solar Power System, Hybrid Inverter, Battery Efficiency, Energy Storage System

## DAFTAR ISI

|                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL .....                                                     | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                                | ii   |
| PERNYATAAN .....                                                        | iii  |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....                                              | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                                                     | vi   |
| ABSTRAK.....                                                            | viii |
| ABSTRACT .....                                                          | ix   |
| DAFTAR ISI.....                                                         | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                     | xii  |
| DAFTAR TABEL.....                                                       | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                                                 | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                | 1    |
| 1.2 Tujuan Penelitian.....                                              | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                                | 3    |
| 1.4 Sistematika Penulisan.....                                          | 3    |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....                                             | 4    |
| 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....                        | 4    |
| 2.2 Panel Surya.....                                                    | 4    |
| 2.2.1 Jenis Jenis Panel Surya.....                                      | 6    |
| 2.3 <i>Solar Charge Controller</i> .....                                | 8    |
| 2.3.1 <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i> .....                         | 9    |
| 2.3.2 <i>Maximum Power Point Tracker (MPPT)</i> .....                   | 10   |
| 2.3.3 Fungsi dan cara deteksi dari <i>Solar Charge Controller</i> ..... | 10   |
| 2.3.4 Teknologi Solar Charge Controller.....                            | 11   |
| 2.4 Sistem PLTS <i>On – Grid, Off – Grid, Hybrid</i> .....              | 12   |
| 2.5 Inverter .....                                                      | 14   |
| 2.5.1 Inverter <i>square wave</i> .....                                 | 14   |
| 2.5.2 Inverter <i>modified sine wave</i> .....                          | 14   |

|                                  |                                                           |    |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.5.3                            | Inverter <i>pure sine wave</i> .....                      | 15 |
| 2.6.                             | Inverter Hybrid.....                                      | 16 |
| 2.7.                             | Baterai .....                                             | 16 |
| 2.7.1.                           | Jenis Jenis Baterai .....                                 | 18 |
| 2.7.2.                           | Fungsi Baterai Pada PLTS.....                             | 20 |
| 2.7.3.                           | Kapasitas Baterai .....                                   | 20 |
| 2.7.4.                           | <i>State of charge</i> (SOC).....                         | 22 |
| 2.7.5.                           | Depth of Discharge (DOD) .....                            | 23 |
| 2.8.                             | Prinsip Kerja Baterai.....                                | 24 |
| 2.9.                             | Rangkaian Baterai .....                                   | 26 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN .....    |                                                           | 28 |
| 3.1.                             | Tempat Dan Waktu.....                                     | 28 |
| 3.2.                             | Diagram Alir Penelitian.....                              | 29 |
| 3.3.                             | Alat dan Bahan .....                                      | 29 |
| 3.4.                             | Rangkaian Untuk Baterai LifePo4.....                      | 32 |
| BAB 4 HASIL DAN ANALISA.....     |                                                           | 33 |
| 4.1                              | Data Pengisian (Charging) Baterai LiFePO4.....            | 33 |
| 4.1.1                            | Pengisian (Charging) Baterai LifePo4 Hari Pertama.....    | 33 |
| 4.1.2                            | Pengisian (Charging) Baterai LifePo4 Hari Kedua .....     | 35 |
| 4.2                              | Data Pengosongan (Discharging) Baterai LifePo4.....       | 36 |
| 4.2.1                            | Pengosongan (Discharging) Baterai LifePo4 Hari Pertama    | 37 |
| 4.2.2                            | Pengosongan (Discharging) Baterai LifePo4 Hari Kedua ...  | 39 |
| 4.2.3                            | Pengosongan (Discharging) dengan beban variasi .....      | 41 |
| 4.3                              | Perhitungan.....                                          | 44 |
| 4.3.1                            | Perhitungan Pengisian (charging) Baterai LifePo4.....     | 44 |
| 4.3.2                            | Perhitungan Pengosongan (Discharging) Baterai LifePo4 ... | 51 |
| 4.4                              | Hasil dan Analisis.....                                   | 58 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN ..... |                                                           | 60 |
| 5.1.                             | Kesimpulan .....                                          | 60 |
| 5.2.                             | Saran.....                                                | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA .....             |                                                           | 62 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Kurva Panel Surya .....                                                                     | 5  |
| Gambar 2.2. Cara Kerja PLTS .....                                                                       | 6  |
| Gambar 2.3. Panel Surya Monocrystalline (Mono-Si).....                                                  | 7  |
| Gambar 2.4. Panel Surya Polycrystalline .....                                                           | 7  |
| Gambar 2.5. Panel Surya Thin Film Photovoltaic .....                                                    | 8  |
| Gambar 2.6. Solar Charge Controller.....                                                                | 9  |
| Gambar 2.7. Pulse Width Modulation .....                                                                | 9  |
| Gambar 2.8. Maximum Power Point Tracker .....                                                           | 10 |
| Gambar 2.9. PLTS <i>On –Grid</i> .....                                                                  | 12 |
| Gambar 2.10. PLTS <i>Off –Grid</i> .....                                                                | 13 |
| Gambar 2.11. PLTS Hybrid.....                                                                           | 13 |
| Gambar 2.12. Inverter <i>Puresinewave</i> .....                                                         | 15 |
| Gambar 2.13. Toroidal Solar Inverter.....                                                               | 16 |
| Gambar 2.14. Baterai .....                                                                              | 17 |
| Gambar 2.15. Kurva Baterai LifePo 4.....                                                                | 18 |
| Gambar 2.16. Proses Pengosongan Baterai ( <i>discahrge</i> ).....                                       | 24 |
| Gambar 2.17. Proses Pengisian Baterai ( <i>charging</i> ).....                                          | 25 |
| Gambar 3.1 Lokasi dan Tata Letak Laboraturium Teknik Elektro Universitas<br>Muhammadiyah Palembang..... | 28 |
| Gambar 3.2. Diagram Flowchart.....                                                                      | 29 |
| Gambar 4.1. Kurva Pengisian Baterai Hari Pertama .....                                                  | 34 |
| Gambar 4.2. Kurva Pengisian Baterai Hari Kedua.....                                                     | 36 |
| Gambar 4.3. Kurva Penurunan Tegangan Baterai Padasaat Pengosongan .....                                 | 38 |
| Gambar 4.4. Kurva Penurunan Arus baterai Pada saat Pengosongan .....                                    | 38 |
| Gambar 4.5. Kurva Pengosongan Baterai Hari Kedua .....                                                  | 40 |
| Gambar 4.6. Kurva Pengosongan Baterai dengan beban yang bervariasi .....                                | 43 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Karakteristik Baterai <i>LifePo4</i> .....                                       | 19 |
| Tabel 3.1 Alat yang digunakan .....                                                         | 30 |
| Tabel 3.2 Bahan yang digunakan.....                                                         | 30 |
| Tabel 4.1 Data Pengisian Hari Pertama Baterai LiFePO4.....                                  | 33 |
| Tabel 4.2 Data Pengisian Hari Kedua Baterai LiFePO4.....                                    | 35 |
| Tabel 4.3 Data Pengosongan Hari Pertama baterai LiFePO4 .....                               | 37 |
| Tabel 4.4 Data Pengosongan Hari Kedua Baterai LiFePO4.....                                  | 39 |
| Tabel 4.5 Data Pengosongan Baterai LiFePO4 dengan beban yang berbeda .....                  | 42 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Pengisian baterai LiFePO4 Hari Pertama.....                     | 44 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Pengisian Baterai LiFePO4 Hari kedua .....                      | 45 |
| Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Pin pada panel surya Pada hari Pertama.....                     | 47 |
| Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Pin pada panel surya Pada hari Kedua .....                      | 48 |
| Tabel 4.10 Hasil Perhitungan SOC dan DOD Pengisian baterai Hari Pertama.....                | 49 |
| Tabel 4.11 Hasil Perhitungan SOC dan DOD pengisian hari kedua .....                         | 50 |
| Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Pengosongan Baterai Hari pertama.....                          | 51 |
| Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan SOC dan DOD pengosongan baterai Hari Pertama ....             | 52 |
| Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Pengosongan baterai Pada hari pertama .....                   | 53 |
| Tabel 4.15 Hasil Perhitungan SOC dan DOD pengosongan Baterai Hari kedua...                  | 54 |
| Tabel 4.16 Hasil Perhitungan pengosongan baterai dengan beban yang berbeda.                 | 55 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan SOC dan DOD Pengosongan Baterai dengan beban yang berbeda ..... | 45 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi perhatian utama dalam upaya memenuhi kebutuhan listrik yang terus meningkat sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu alternatif yang banyak diimplementasikan karena bersumber dari energi yang bersih, melimpah, dan ramah lingkungan. Namun, karakteristik energi surya yang bersifat intermittent atau tidak selalu tersedia secara kontinyu menjadikan sistem penyimpanan energi menjadi komponen kunci untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik, terutama saat intensitas cahaya matahari rendah atau pada malam hari (Sulistiyono et al., 2025).

Baterai sebagai media penyimpanan energi pada sistem PLTS harus memiliki kinerja yang baik sehingga daya yang disimpan dapat dilepaskan secara efisien sesuai kebutuhan beban. Teknologi baterai Lithium Iron Phosphate ( $\text{LiFePO}_4$ ) kini semakin sering dipilih dibandingkan baterai timbal-asam karena keunggulannya berupa umur pakai yang lebih panjang, tingkat keamanan yang lebih tinggi, kemampuan efisiensi energi yang baik, serta stabilitas karakter discharge pada berbagai kondisi operasi.

Meski demikian, performa baterai  $\text{LiFePO}_4$  dalam aplikasi nyata pada sistem PLTS dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk strategi manajemen energi dan efisiensi perangkat konversi daya seperti inverter. Inverter hybrid berperan penting dalam sistem PLTS karena mampu mengatur aliran daya secara adaptif antara panel surya, baterai, dan beban listrik, sehingga diharapkan dapat memaksimalkan pemanfaatan energi dan meminimalkan rugi-rugi konversi (Ma'rifah et al., 2024). Rugi-rugi energi pada proses konversi dan distribusi daya seringkali menjadi salah satu hambatan dalam mencapai efisiensi sistem yang optimal, terutama pada sistem bertegangan nominal 24 V dengan inverter berkapasitas tertentu seperti 1,2 kW.

Oleh karena itu, studi tentang kinerja baterai LiFePO<sub>4</sub> 200 Ah pada sistem PLTS 24 V yang menggunakan inverter hybrid 1,2 kW menjadi penting untuk mengetahui secara empiris bagaimana baterai bekerja di bawah kondisi operasi nyata, seberapa efisien energi tersimpan dapat dimanfaatkan, serta faktor apa saja yang memengaruhi performa baterai dalam jangka pendek maupun panjang.

Berdasarkan penelitian terdahulu, baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO<sub>4</sub>) telah banyak diaplikasikan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) karena memiliki karakteristik yang unggul dibandingkan teknologi baterai konvensional. Penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2023) pada sistem PLTS stand-alone menunjukkan bahwa baterai LiFePO<sub>4</sub> memiliki efisiensi pengisian dan pengosongan yang tinggi serta stabilitas tegangan yang baik pada berbagai tingkat beban. Hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa LiFePO<sub>4</sub> sangat cocok digunakan sebagai media penyimpanan energi pada sistem energi terbarukan skala kecil hingga menengah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rahman et al. (2024) membahas performa baterai LiFePO<sub>4</sub> pada sistem PLTS 24 V dengan variasi beban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Depth of Discharge (DOD) sangat berpengaruh terhadap efisiensi dan degradasi baterai. Pada pengoperasian dengan DOD di bawah 80%, baterai LiFePO<sub>4</sub> mampu mempertahankan efisiensi energi di atas 95% serta menunjukkan penurunan kapasitas yang relatif kecil dalam jangka waktu pengujian.

Berdasarkan permasalahan tersebut Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam mengenai kinerja dan efisiensi baterai LiFePO<sub>4</sub> berkapasitas 200 Ah yang dioperasikan pada sistem PLTS 24 V menggunakan inverter hybrid 1,2 kW. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran nyata mengenai karakteristik pengisian dan pengosongan baterai, tingkat efisiensi energi yang dihasilkan, serta faktor-faktor yang memengaruhi performa baterai dalam kondisi operasi sebenarnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perancangan dan pengembangan sistem PLTS yang lebih efisien, andal, dan berkelanjutan.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja baterai LifePO4 200 Ah pada system PLTS 24V menggunakan Toroidal Solar Inverter 1,2 Kw.
2. Menganalisis Efisiensi baterai berdasarkan proses pengisian (Charging) dan pengosongan (Discharging).

## 1.3 Batasan Masalah

1. Baterai yang diteliti adalah baterai LifePO4 200 Ah.
2. Pengujian difokuskan pada kinerja dan efisiensi baterai, meliputi tegangan, arus, daya, dan energi.
3. Sistem yang dianalisis adalah PLTS dengan inverter hybrid berdaya 1,2 kW.

## 1.4 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penelitian ini, sistematika penulisan akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut:

### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

### **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang teori STUDI KINERJA DAN EFISIENSI BATERAI LIFEPO4 200Ah PADA SISTEM PLTS 24V MENGGUNAKAN INVERTER HYBRID 1,2 kW

### **BAB 3 : METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tahapan penyelesaian skripsi mengenai waktu dan tempat alat dan bahan dan metode pengerjaan skripsi ini dilakukan dengan diagram *flowchart* dan uraian penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Liestyowati, D., Rachman, I., & Firmansyah, E. (2022). *Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt*. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.1027>
- Harun, E. H., Ahmad, F., & Ilham, J. (2023). *Pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap kapasitas daya yang dihasilkan*. <https://doi.org/10.56190/jree.v1i2.19>
- Susanti, I., & Puspitasari, D. U. (2023). A Comparative Analysis of the Influence of Temperature and Wind Speed on the Efficiency of 100 WP Solar Panels of Monocrystalline and Polycrystalline Types at Sriwijaya State Polytechnic. *International Journal Of Research In Vocational Studies*. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v3i3.225>
- Asadi, F. (2023). Pulse Width Modulation (PWM). [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9600-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9600-4_7)
- Napriandi, N., Pane, U. F. S. S., & Tugiono, T. (2023). Implementasi PWM Untuk Sistem Pengatur Kadar Air Kolam Udang Air Tawar Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*. <https://doi.org/10.53513/jursik.v2i4.6747>
- Suyanto, M., Priyambodo, S., E.P, P., & Aji, A. P. (2022). Optimalisasi Pengisian Accu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Solar Charge Controller (MPPT). *Jurnal Teknologi*. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v15i1.3929>
- Wang, X., Adelmann, P., & Reindl, T. (2012). *Use of LiFePO<sub>4</sub> Batteries in Stand-Alone Solar System*. *Energy Procedia* 25, 135–140.
- Zhang, Y., Li, X., Chen, Z., & Wang, H. (2023). Performance analysis of LiFePO<sub>4</sub> batteries in stand-alone photovoltaic energy storage systems. *Journal of Energy Storage*, 61, 106713. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.106713>

- Rahman, M. A., Hossain, M. J., & Ali, M. S. (2024). Impact of depth of discharge on efficiency and degradation of LiFePO<sub>4</sub> batteries in solar PV systems. *Journal of Cleaner Production*, 418, 139978. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139978>
- Ma'rifah, E. H. A. N., Farisi, S. A., Aliwarga, H., Supriyanto, A., Purwanto, A., & Suci, W. G. (2024). An Efficient Hybrid Energy Smart System Using Lithium Ion Batteries Integrated with Battery Management System. *Applied Mechanics and Materials*. <https://doi.org/10.4028/p-uxcm11>
- Najmurrokhman, A., Hambali, T., Hakim, M. T. A., & Ismail, N. (2022, July 21). *Solar Panel Charge Controller using PWM Regulation for Charging Lead Acid Batteries*. <https://doi.org/10.1109/ICWT55831.2022.9935443>
- Deepika, M., Karthikeyan, P., Lakshmanan, M., Gowtham, P., Kumar, C., & Jaisiva, S. (2023, March 17). *MPPT-Based Charge Controller for Battery Fast Charging*. <https://doi.org/10.1109/ICACCS57279.2023.10112852>
- Fadilla, R. M., Ismail, N., Rachmildha, T. D., & A., I. N. (2022, October 11). *Supervisory System for On-Grid Solar Power Plant*. <https://doi.org/10.1109/FORTEI-ICEE57243.2022.9972921>
- Kunaifi, K., Kunaifi, K., Veldhuis, A. J., & Reinders, A. (2020). *The Energy Potential of Solar Photovoltaics in Indonesia*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-38342-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38342-8_5)
- Al Hafiz, I., Arfianto, T., & Waluyo, W. J. (2022). *PLTS Hybrid Power Plant Design – 3000 VA Fuel Generator in the Tourism Village of Cilintung Garut Village*. <https://doi.org/10.26760/rekaelkomika.v3i2.70-79>
- Puspitasari, D. A., Kartikowati, C. W., Fauziyah, M., Supriyono, S. T. H., Septani, C. M., & Maharsih, I. K. (2023). *Baterai Sekunder Ion Litium: Prinsip dan Aplikasi*. <https://doi.org/10.11594/ubpress9786232967793>
- Mansir, I. B., & Okonkwo, P. C. (2025). Component Degradation in Lithium-Ion Batteries and Their Sustainability: A Concise Overview. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su17031000>
- Panzeri, G., Piegari, L., Faifer, M., & Magagnin, L. (2021). A pulsed discharge system with an intermitting partial charge for improved battery efficiency. *Journal of Energy Storage*. <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102367>

Aizpurua, M., Garayalde, E., Dorronsoro, X., Yeregui, J., & Iraola, U.

(2025). *Modular battery configurations for optimal battery energy storage: A qualitative and quantitative evaluation.*

<https://doi.org/10.22541/au.174340276.60995168/v1>

Beszedes, B. (2023). *Hybrid Battery Bank Application in Energy Storage System.*

<https://doi.org/10.1109/cinti59972.2023.10381947>

Warner, J. T. (2015). *The Handbook of Lithium-Ion Battery Pack Design: Chemistry, Components, Types and Terminology.* Elsevier. ISBN 978-0-12-801456-1.

Effendi & Makandibengkel. (2022). Studi Analisis Perbandingan Pwm Carrier Untuk Multilevel Inverter Tiga Fasa Lima Belas Level Dengan Sumber Input Simetris Terpisah. *Jurnal JEETech*, 3(1), 10–18. <https://doi.org/10.48056/jeetech.v3i1.185>

Syahputra, R., Safitri, N., Yassir, Y., Hasannuddin, T., & Taufik, T. (2024). Analysis of Battery Technologies for Use as Battery Management Systems in a Simple Solar Power Plant. *Journal of Innovation and Technology*, 2024(1). <https://doi.org/10.61453/joit.v2024no24>

Nelson, Jenny. 2003. *The Physics of Solar Cells.* London: Imperial College Press.

Messenger, R. A., & Ventre, J. (2010). *Photovoltaic Systems Engineering.* CRC Press.

Linden, D., & Reddy, T. B. (2011). *Handbook of Batteries.* McGraw-Hill.