

**SKRIPSI**  
**ANALISA KINERJA BATERAI PACK LITHIUM - ION**  
**MENGGUNAKAN BATTERY MANAGEMENT SYSTEM BERBASIS**  
**TENAGA SURYA**



Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Program Strata-1 pada  
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah  
Palembang

Disusun Oleh:  
M Rizqy Prasetyo ( 132018045 )

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**  
**2023**

**SKRIPSI**  
**ANALISA KINERJA BATERAI PACK LITHIUM-ION MENGGUNAKAN**  
**BATTERY MANAGEMENT SYSTEM BERBASIS TENAGA SURYA**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan  
11 Maret 2023

Dipersiapkan dan Disusun Oleh  
**MUHAMMAD RIZQY PRASETIYO**

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing 1

Feby Ardianto, S.T., M.Cs  
NIDN. 0207038101

Penguji 1

Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN. 0218017202

Pembimbing 2

Nila Pratiwi, S.T., M.T  
NIDN. 0225089101

Penguji 2

Bengawan Alfaresi, S.T., M.T., IPM  
NIDN. 0205118504

Menyetujui  
Dekan Fakultas Teknik

  

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM  
NIDN. 0227077004

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

  

Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN. 0218017202

## LEMBAR 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, 7 Maret 2023

Yang membuat pernyataan



  
M Rizqy Prasetyo

132018045

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **ANALISA KINERJA BATERAI PACK LITHIUM - ION MENGGUNAKAN BATTERY MANAGEMENT SYSTEM BERBASIS TENAGA SURYA** 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 Feby Ardianto, ST., M.Cs, selaku Pembimbing I
2. Ibu Nila Pratiwi, ST.,MT, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.t., Mcs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak 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 penulis 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 kritik dan saran dari pembaca akan penulis 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, 31 Januari 2023

Penulis,



M. Rizqy Prasetyo

132018045

# MOTTO DAN PERSEMBAHAN

## 1.1 Motto

- ❖ Ubahlah hidupmu hari ini, jangan bertaruh di masa depan nanti, bertindaklah sekarang tanpa ditunda lagi.
- ❖ Kehidupan yang tidak teruji adalah kehidupan yang tak bernilai.
- ❖ dikala didalam pikiran itu begitulah sulit sesungguhnya pemikiranmu itulah yang membuatnya sulit.

## 1.2 Kupersembahkan skripsi kepada :

- ❖ ALLAH SWT Penguasa bumi dan langit tiada selain engkau yang kusembah dan kupintahi pertolongan atas apa pun itu.
- ❖ Kepada orang tua yang telah merawat dan melahirkan ku dikala kecil ayah A.Thalib, Bak Yoyon serta ibu Nur Arafah, Mak Merry Serta Telah membesarkan dengan sepuh hati mendoakan sampai ke titik seperti ini.
- ❖ Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Feby Ardianto, S.T.,M.Cs yang telah membimbing penulisan skripsi ini. Serta Pembimbing II saya Ibu Nila Pratiwi, S.T.,M.T. yang sudah sabar membimbing penyelesaian penulisan skripsi ini.
- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Isroq, Amar, Imam, Wisyah, Saldes segenap SM Bersatu jaya.
- ❖ Untuk seluruh teman teman kelas B yang telah membuat penulis bersemangat dan dapat menyelesaikan seluruh tahapan skripsi ini.

## ABSTRAK

Karena baterai litium ion memiliki banyak keunggulan, termasuk kepadatan energi yang tinggi dan perawatan yang sederhana, maka kebutuhan akan baterai semakin meningkat, seperti yang terlihat misalnya pada penggunaan baterai litium. Masalah teknis dengan baterai lithium ion yang dihubungkan secara seri dan paralel termasuk ketidakstabilan tegangan yang terjadi di dalam baterai. Pada penelitian ini dikembangkan sistem penyeimbangan tegangan antar sel baterai dengan menggunakan sistem manajemen baterai, dimana energi dari paket dengan tegangan tertinggi didistribusikan ke sel-sel. Paket baterai yang digunakan diatur sebagai 3S10P, dan fungsi BMS memiliki tiga fungsi utama..

**Kata Kunci :** *Battery Management System, Aktive Balancing, Overcharging*

## **ABSTRACT**

*Because lithium ion batteries have many benefits, including a high energy density and simple maintenance, there is an increasing need for batteries, as seen, for example, in the use of lithium batteries. Technical issues with lithium ion batteries connected in series and parallel include voltage instability that develops within the battery. In this study, a system for balancing the voltage between battery cells was developed using a battery management system, in which the energy from the package with the highest voltage is distributed to the cells. The battery pack that is being used is set up as a 3S10P, and the BMS function has three main functions.*

**Keywords :** *Battery Management System, Aktive Balancing, Overcharging*



## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| .....   | iii         |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>  | <b>iv</b>   |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>   | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>  | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....   | 1           |
| 1.2 Tujuan.....   | 1           |
| 1.3 Batasan Masalah .....   | 2           |
| 1.4 Sistematika Penulisan .....   | 2           |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>  | <b>3</b>    |
| 2.1 Energi surya .....  | 3           |
| 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....   | 3           |
| 2.2.1 PLTS <i>On-Grid</i> .....   | 4           |
| 2.2.2 PLTS <i>Off-Grid</i> .....  | 4           |
| 2.3 Panel Surya .....   | 4           |
| 2.3.1 Jenis Jenis Panel Surya.....  | 5           |
| 2.3.2 Monokristal ( <i>Mono-crystalline</i> ) .....   | 5           |
| 2.3.3 Polikristal ( <i>Poly-Crystalline</i> ) .....   | 6           |
| 2.4 Prinsip Kerja Panel Surya .....   | 6           |
| 2.5 <i>SCC (Solar Charger Controller)</i> .....   | 7           |
| Pada sistem PLTS, solar charge controller (SCC) merupakan komponen yang mengontrol seberapa efisien penggunaan panel surya untuk mengisi daya baterai. Berdasarkan daya yang disuplai oleh susunan modul dalam panel surya dan status pengisian daya baterai soc, perangkat ini mengatur tegangan dan arus pengisian..... | 7           |
| 2.5.1 Jenis-jenis ( <i>Solar Charger Controller</i> ) <i>SCC</i> .....  | 7           |
| 2.6 Inverter.....   | 8           |
| 2.6.1 Prinsip Kerja Inverter .....  | 9           |
| 2.7 Pengertian Baterai.....   | 9           |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.7.1 Baterai Lithium-ion.....  | 10        |
| 2.7.2 Prinsip Kerja Baterai Lithium-ion.....  | 11        |
| <p>Kapasitas penyimpanan energi yang tinggi per satuan volume dapat ditemukan pada baterai lithium-ion. Energi yang disimpan sebagai cadangan adalah energi elektrokimia. Sumber energi listrik yang diperoleh dari reaksi kimia, dalam hal ini yang terjadi pada baterai, disebut energi elektrokimia. Setiap sel elektrokimia memerlukan dua komponen penting agar dapat beroperasi: elektroda dan elektrolit. Anoda dan katoda adalah dua jenis elektroda yang menghantarkan energi listrik (ion). Katoda dihubungkan ke terminal positif dan anoda dihubungkan ke terminal negative baterai. Elektrolit, yang berfungsi sebagai media cair untuk pergerakan, digunakan untuk merendam elektroda. ....</p> |           |
| 2.7.3 Kapasitas Baterai.....  | 11        |
| 2.7.5 Efisiensi Baterai Lithium .....   | 11        |
| 2.8 BMS (Baterai Manajemen Sistem) .....  | 12        |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>   | <b>13</b> |
| 3.1 Tempat dan Waktu.....   | 13        |
| 3.2 Alat dan Bahan.....   | 13        |
| 3.2.1 Alat.....   | 13        |
| 3.2.2 Bahan .....   | 14        |
| 3.3 Diagram Fishbone.....   | 15        |
| 3.4 Prinsip Kerja Rangkaian .....   | 18        |
| 3.5 Proses Perancangan.....   | 18        |
| 3.6 Proses Pengujian Alat .....   | 19        |
| <b>BAB 4 DATA DAN ANALISA .....</b>   | <b>20</b> |
| 4.1 Pengujian Sistem Active Balancing BMS Pada Saat Charging dan Discharging..  | 20        |
| <p>Sistem manajemen baterai penyeimbang aktif dalam sel baterai penyeimbang diuji sebagai bagian dari pengujian ini. Pada pengujian ini terdapat dua kasus yaitu pada saat pengisian dan pengosongan yang bertujuan untuk mengetahui kinerja BMS penyeimbang aktif dalam menyeimbangkan sel tegangan dengan kerentanan tegangan yang bervariasi.....</p>  |           |
| 4.1.1 Case 1 Pada Saat Charging .....   | 20        |
| 4.1.2 Case 2 Pada Saat Discharging.....   | 21        |
| 4.2 Pengujian Sistem Proteksi/Cutoff Pada Saat Overcharge dan Overdischarge .....   | 23        |
| 4.3 Pengujian Baterai Lithium-ion Pada Saat Discharging Menggunakan Beban Pompa AC 25 W .....   | 24        |
| 4.3.1 Perhitungan Efisiensi Baterai.....  | 25        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>   | <b>27</b> |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 5.1 Kesimpulan .....        | 27        |
| 5.2 Saran .....             | 27        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>28</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 PLTS <i>On-Grid</i> .....                        | 4  |
| Gambar 2. 2 PLTS <i>Off-Grid</i> .....                       | 4  |
| Gambar 2. 3 Monokristal .....                                | 5  |
| Gambar 2. 4 Polikristal ( <i>Poly-Crystalline</i> ) .....    | 6  |
| Gambar 2. 5 Prinsip Kerja Panel Surya .....                  | 7  |
| Gambar 2. 6 SCC PWM .....                                    | 8  |
| Gambar 2. 7 SCC MPPT .....                                   | 8  |
| Gambar 2. 8 Inverter .....                                   | 9  |
| Gambar 2. 9 Prinsip Kerja Inverter .....                     | 9  |
| Gambar 2. 10 Baterai Lithium .....                           | 10 |
| Gambar 2. 11 BMS .....                                       | 12 |
| Gambar 3. 1 Diagram Fishbone .....                           | 16 |
| Gambar 3. 2 Diagram Skema .....                              | 17 |
| Gambar 4. 1 Grafik Active Balance Pada Saat Charging .....   | 21 |
| Gambar 4. 2 Grafik Active Balance Pada Saat Discharging..... | 22 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Alat.....  | 13 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Bahan Utama .....  | 14 |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi Bahan Pendukung.....   | 15 |
|   |    |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Active Balancing Charging .....                                | 21 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Active Balancing Discharging.....                              | 22 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Proteksi Cutoff Pada Saat Charging .....                | 23 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Overdischarge .....  | 24 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Baterai Pada Saat Discharge Menggunakan Pompa AC<br>25 W ..... | 25 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Efisiensi Baterai.....   | 26 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sel surya merupakan komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi tenaga listrik yang dapat digunakan oleh beban atau sebagai pengisi baterai karena jumlah cahaya dari tenaga surya tidak selalu konstan. Namun jika daya listrik dapat digunakan Jumlah cahaya matahari yang tidak selalu konstan mengakibatkan berkurangnya energi listrik dari panel surya sehingga baterai dapat diisi. (Venny, 2018)

Komponen penyimpan energi, seperti baterai, sering digunakan dalam masyarakat modern. Ilmu pengetahuan dan teknologi tidak dapat diselamatkan jika sudah maju. Karena meningkatnya permintaan akan baterai, baterai sering digunakan untuk mendukung sistem lain yang menyediakan tenaga selain digunakan pada mobil atau sepeda motor. Ada dua langkah yang terlibat dalam penggunaan baterai: mengisi daya dan menggunakannya. Baterai digunakan dengan cara disambungkan ke beban, dan harus diisi ulang jika habis dan perlu digunakan untuk menyimpan energi listrik. (Susanti, Rumiasih, RS, & Firmansyah, 2019).

Namun baterai lithium memiliki batas tegangan maksimum dan minimum yang jika terlampaui dapat mengakibatkan kerusakan pada baterai. Maka, untuk menjaga tegangan baterai pada tingkat yang aman, diperlukan suatu alat yang dapat menggantikan dan menyeimbangkan. Ketidakstabilan antar sel dapat diakibatkan oleh baterai yang dihubungkan secara seri atau paralel. Karena penggunaan baterai melibatkan proses yang melibatkan pengisian dan pengosongan. Sistem penyeimbang diperlukan agar baterai dapat digunakan secara maksimal karena hal ini mengurangi jumlah energi yang dapat disimpan baterai.

### **1.2 Tujuan**

1. Menguji tingkat keseimbangan tiap cell pada baterai setelah dilakukan balancing.

2. Menguji sistem proteksi cell baterai saat dilakukan charging dan discharging.
3. Menganalisa efisiensi baterai pack lithium.

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Baterai yang digunakan yaitu Li-ion 4,2V 2 Ah sebanyak 40 buah dengan susunan 4S12P dengan tegangan masing-masing berkisar 3,0-4,2V.
2. Sistem proteksi cut off arus charging pada saat baterai penuh.
3. Tidak menganalisa reaksi kimia pada baterai.
4. Tidak mendalami bahasan tentang komponen pada BMS

### **1.4 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan penyusunan skripsi ini penulis dapat simpulkan antara lain.

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

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

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

Pada bab ini berisi tentang teori-teori dasar dan teori penunjang lainnya yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas.

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

Dalam bab ini membahas tentang prosedur penelitian, tempat dan waktu, jadwal kegiatan, diagram Flowchart, diagram rangkaian, diagram rangkaian, prinsip kerja rangkaian, alat dan bahan, tahap pengukuran dan pengujian.

#### **BAB 4 DATA DAN ANALISIS**

Bab ini membahas tentang analisis data yang diperoleh pada saat melakukan penelitian.

#### **BAB 5 PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran skripsi yang telah di buat

## DAFTAR PUSTAKA

- Wijaya, A., Alfaresi, B., & Ardianto, F. (2021). Perancangan dan Implementasi Tracking Solar Cell System dengan Menggunakan Overload Protection. *Serambi Engineering*, VI(4).
- Slamet, P. (2019). P Pengaruh Pembebanan Langsung Pada Baterai Terhadap Arus Pengisian Solarcell Pada Jam Optimal. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya*, 1-9.
- Susanti, I., Rumiasih, RS, C., & Firmansyah, d. A. (2019). Analisa penentuan kapasitas baterai dan pengisiannya pada mobil listrik. *ELEKTRA*, 29 – 37.
- Venny, Y. (2018). Perancangan Boost Konverter Sebagai Penguat Umpan Balik Charger Control Baterai Pada Panel Surya. *Jurnal Civronlit Universitas Batanghari*, 98.
- Afif, M. T., Ayu, I., & Pratiwi, P. (2015). *ANALISIS PERBANDINGAN BATERAI LITHIUM-ION , LITHIUM-POLYMER , LEAD ACID DAN NICKEL-METAL HYDRIDE PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK - REVIEW*. 6(2), 95–99.
- Alamsyah, T., Hiendro, A., & Abidin, Z. (2019). Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya. *Jurnal Teknik Elektronika*, 10.
- Arfianto, D. F., Asfani, D. A., & Fahmi, D. (2016). *Pemantauan, Proteksi, dan Ekualisasi Baterai*. 5(2), 122–127.
- Bawalo, J., Rumbayan, M., & Tulung, N. M. (2014). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Rumah Kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Gunoto, P., & Sofyan, S. (2020). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan. *Sigma Teknika*, 3(2), 96–106.



<https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/sigmateknika/article/download/2754/pdf>

- Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah, Y. (2019). Kajian Kualitas Daya Listrik Plts Sistem Off-Grid Di Stt-Pln. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 93–101. <https://doi.org/10.33322/energi.v10i2.211>
- Imammudin, A. M., Darmono, H., Elektro, J. T., & Malang, P. N. (2021). *Pemanfaatan Intensitas Sinar Matahari Untuk Panel Surya*. 02(1), 24–28.
- Iskandar, H. R. (n.d.). *Pemodelan dan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Disnakertrans Kabupaten Bandung Barat*. 56–65.
- Mohammad Hafidz ;, S. S. (2015). Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw on Grid Di Yogyakarta. *Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN*, 7(JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 7 NO. 1, JANUARI-MEI 2015), 49.
- Naim, M., & Wardoyo, S. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS on Grid 1500 Watt Dengan Back Up Battery di Desa Timampu Kecamatan Towuti. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2), 11–17.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Putri, R., & Meliala, S. (2020). *Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah*. 1099, 117–120.
- Wahidin, N. F., Yadie, E., & Putra, M. A. (2022). *Analisis Perbandingan Charging SCC Jenis PWM Dan MPPT Pada Automatic Handwasher with Workstation Bertenaga Surya Politeknik Negeri Samarinda*. 03(01), 12–20.
- Wiguna, A. R., Toha, T., Nadhiroh, N., Kusumastuti, S. L., & Dwiyanti, M. (2021). Rancang Bangun Dan Pengujian Battery Pack Lithium Ion. *Electrices*, 3(1), 28–33. <https://doi.org/10.32722/ees.v3i1.4030>