

SKRIPSI
SISTEM PERANCANGAN BATERAI LiFePO_4 SEBAGAI PENGGANTI
PADA BATERAI VRLA SISTEM 24 VOLT SEBAGAI ENERGI CADANGAN
DI LABORATORIUM FISIKA DASAR BERBASIS PANEL SURYA



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

QULBIAL AKBAR

132019056

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2023

SKRIPSI

SISTEM PERANCANGAN BATERAI LiFePO_4 SEBAGAI PENGGANTI PADA
BATERAI VRLA SISTEM 24 VOLT SEBAGAI ENERGI CADANGAN DI
LABORATORIUM FISIKA DASAR BERBASIS PANEL SURYA



Merupakan Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 12 Agustus 2023

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
QULBIAL AKBAR
13 2019 056

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Sofiah, S.T., M.T
NIDN. 0209047302

Penguji 1

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

Pembimbing 2

Ir. Eliza, M.T
NIDN. 0209026201

Penguji 2

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

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Kgs. Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN.
Eng
NIDN: 0227077004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Feby 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 terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 12 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Qulbial Akbar

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Jika kebencianmu bisa dirubah menjadi listrik, itu akan menerangi seluruh dunia”

-Nikola Tesla

PERSEMBAHAN

- ❖ ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, perlindungan, rezeki, kemudahan, dan pertolongan.
- ❖ Kepada kedua Orang Tua Bapak Zainuri dan Ibu Yulida yang selalu mendoakan, memberi nasehat, kasih sayang serta dukungan yang tak pernah putus
- ❖ Kepada Dosen Pembimbing I Ibu Sofiah, S.T., M.T dan Dosen Pembimbing II Ibu Ir. Eliza, M.T. yang telah sangat membantu dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
- ❖ Kepada Teman-teman angkatan 19 seperjuangan yang sudah membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Ucapan Alhamdulillah sebagai pujian serta ungkapan syukur kehadiran Allah SWT penulis panjatkan karena hanya berkat rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “SISTEM PERANCANGAN BATERAI LiFePO₄ SEBAGAI PENGGANTI PADA BATERAI VRLA SISTEM 24 VOLT SEBAGAI ENERGI CADANGAN DI LABORATORIUM FISIKA DASAR BERBASIS PANEL SURYA” di laboratorium fisika dasar ini dengan tepat waktu.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan oleh Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Laporan ini disusun berdasarkan hasil orientasi langsung serta tugas selama penulis melaksanakan skripsi di laboratorium fisika dasar. Tidak lupa sholawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat dari alam kegelapan kealam terang menerang seperti ini.

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

1. Ibu Sofiah, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu Ir. Eliza, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

Penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ayah Zainuri dan Ibu Yulida yang telah mendoakan dan memberikan dukungan.

2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M., selaku rector Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Prof. Dr.Ir. Kgs Ahmad Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T., selaku Sekretaris serta Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Bapak dan Ibu Staff dan Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Angkatan 2019 Universitas Muhammadiyah Palembang dan semua pihak yang banyak membantu penyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan maupun penyusunan skripsi ini. Untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekhilafan dan dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan akhir ini.

Palembang, 12 Agustus 2023

Qulbial Akbar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja baterai LiFePO₄ sebagai pengganti baterai VRLA pada sistem 24 Volt sebagai sumber energi cadangan di Laboratorium Fisika Dasar yang berbasis panel surya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baterai LiFePO₄ dengan kapasitas 24 Volt 50 Ah mampu mengungguli kinerja baterai VRLA dengan kapasitas 24 Volt 100 Ah. Bahkan, baterai LiFePO₄ mampu melampaui kinerja baterai VRLA tersebut, membuatnya menjadi pilihan yang sangat baik sebagai sumber energi cadangan dalam menghadapi pemadaman listrik dari PLN. Percobaan pengisian baterai dengan energi matahari menunjukkan bahwa baterai LiFePO₄ memiliki efisiensi yang lebih baik daripada baterai VRLA. Waktu pengisian baterai VRLA yang memerlukan dua hari dapat disingkat menjadi hanya 5 hingga 6 jam saat menggunakan baterai LiFePO₄. Hal ini menunjukkan bahwa baterai LiFePO₄ dapat diisi dengan lebih cepat dan efisien. Dalam hal kapasitas daya, baterai LiFePO₄ sistem 24 Volt 50 Ah secara signifikan lebih unggul dari pada baterai VRLA sistem 24 Volt 100 Ah. Baterai LiFePO₄ dapat memberikan daya untuk beban konstan 500 Watt selama 2 jam, sementara baterai VRLA hanya mampu bertahan selama 1 jam 30 menit dengan perhitungan yang sama. Penelitian juga menunjukkan bahwa baterai LiFePO₄ memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan baterai VRLA. Efisiensi baterai LiFePO₄ mencapai hingga 90%, sementara baterai VRLA hanya mencapai 89%, bahkan bisa turun hingga 10%. Hal ini menandakan bahwa baterai LiFePO₄ lebih efisien dalam mengonversi energi dan menjaga daya tahan baterainya. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa baterai LiFePO₄ merupakan alternatif yang sangat baik untuk menggantikan baterai VRLA dalam sistem 24 Volt sebagai sumber energi cadangan, terutama ketika mengandalkan energi matahari sebagai sumber pengisian. Baterai LiFePO₄ menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam hal kapasitas, efisiensi, dan waktu pengisian, membuatnya menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk aplikasi energi cadangan pada laboratorium fisika dasar.

Kata Kunci: PLTS, Baterai LiFePO₄, Baterai VRLA

ABSTRACT

This research aims to evaluate the performance of LiFePO₄ batteries as a replacement for VRLA batteries in 24 Volt systems as a backup energy source in the Basic Physics Laboratory based on solar panels. The research results show that a LiFePO₄ battery with a capacity of 24 Volt 50 Ah is able to outperform a VRLA battery with a capacity of 24 Volt 100 Ah. In fact, LiFePO₄ batteries are able to surpass the performance of VRLA batteries, making them an excellent choice as a backup energy source in the face of power outages from PLN. Experiments on charging batteries with solar energy show that LiFePO₄ batteries have better efficiency than VRLA batteries. The VRLA battery charging time which takes two days can be shortened to only 5 to 6 hours when using a LiFePO₄ battery. This shows that LiFePO₄ batteries can be charged more quickly and efficiently. In terms of power capacity, the 24 Volt 50 Ah system LiFePO₄ battery is significantly superior to the 24 Volt 100 Ah system VRLA battery. LiFePO₄ batteries can provide power for a constant load of 500 Watts for 2 hours, while VRLA batteries can only last for 1 hour 30 minutes with the same calculation. Research also shows that LiFePO₄ batteries have a higher efficiency level compared to VRLA batteries. The efficiency of LiFePO₄ batteries reaches up to 90%, while VRLA batteries only reach 89%, and can even drop to 10%. This indicates that LiFePO₄ batteries are more efficient in converting energy and maintaining battery life. Therefore, This research concludes that LiFePO₄ batteries are an excellent alternative to replace VRLA batteries in 24 Volt systems as a backup energy source, especially when relying on solar energy as a charging source. LiFePO₄ batteries show better performance in terms of capacity, efficiency and charging time, making them an effective and efficient solution for backup energy applications in basic physics laboratories.

Keywords: PLTS, LiFePO₄ Batteries, VRLA Batteries

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	5
2.1.1. Prinsip Kerja <i>Sollar Cell</i>	6
2.1.2. Jenis-Jenis Panel Surya.....	7
2.2. <i>Solar Charge Control</i> (SCC)	10
2.2.1. Prinsip Kerja <i>Solar Charge Control</i> (SCC).....	11
2.2.2. Fungsi <i>Solar Charge Control</i> (SCC).....	11
2.3. Baterai	12
2.4.1. Jenis-jenis Baterai.....	13
2.4. Akumulator	22
2.4.1. Jenis-jenis Akumulator.....	23
2.4.2. Komponen-komponen Akumulator.....	27
2.5. BMS (<i>Baterai Management System</i>)	31
2.6. Inverter	32
2.7. Sonoff.....	33
2.8. Perancangan Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Sebagai Pengganti Pada Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	34
2.9. <i>C Rate</i>	36
BAB 3 METODE PENELITIAN	38
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
3.2. Jadwal Kegiatan	38
3.3. Diagram <i>Flowchart</i> Penelitian.....	38
3.4. Alat dan Bahan.....	39
3.5. Diagram Skema.....	41
3.6. Prinsip Kerja Rangkaian	43

3.7. Proses Perancangan Alat.....	44
3.8. Proses Pengujian Alat	44
BAB 4 DATA DAN ANALISA	45
4.1. Data Alat	46
4.1.1. Panel Surya.....	46
4.1.2. <i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	48
4.1.3. Inverter	49
4.1.4. Sonoff	50
4.1.5. Akumulator/Baterai	51
4.1.6. <i>BMS (Baterai Management System)</i>	54
4.2. Data <i>Pengchageran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah dan Baterai LiFePO4 Sistem 24 Volt 50 Ah.....	55
4.3. Data Pengujian Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah dan Baterai LiFePO4 Sistem 24 Volt 50 Ah.....	60
4.4. Analisa Perhitungan Daya.....	83
4.4.1. Analisa Perhitungan Daya Dari Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	83
4.4.2. Analisa Perhitungan Daya Dari Baterai LiFePO4 Sistem 24 Volt 50 Ah	84
4.5. Analisa Perhitungan Efisiensi	85
4.5.1. Analisa Perhitungan Efisiensi Dari Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	86
4.5.2. Analisa Perhitungan Efisiensi Dari Baterai LiFePO4 Sistem 24 Volt 50 Ah	87
4.5.3. Analisa Efisiensi Baterai LiFePO4 Sistem 24 Volt 50 Ah Sebagai Pengganti Pada Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	89
4.6. Analisa Pembahasan	90
BAB 5 KESIMPULAN	92
5.1. Kesimpulan	92
5.2. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN GAMBAR.....	97
LAMPIRAN PERHITUNGAN.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	6
Gambar 2. 2 Polikristal (<i>Poly-Cristtaline</i>).....	8
Gambar 2. 3 Monokristal (<i>Mono-crytalline</i>).....	9
Gambar 2. 4 Panel Surya Jenis <i>Thin Film Solar</i>	10
Gambar 2. 5 <i>Solar Charge Control</i> (SCC).....	11
Gambar 2. 6 Baterai Zinc-carbon.....	14
Gambar 2. 7 Baterai Alkalin	15
Gambar 2. 8 Baterai Lithium	16
Gambar 2. 9 Baterai <i>Silver Oxide</i>	17
Gambar 2. 10 Baterai <i>Nikel Cadmium</i>	18
Gambar 2. 11 Baterai Ni-mh (<i>Nikel Metal Hydride</i>)	19
Gambar 2. 12 Baterai Lithium – ion	20
Gambar 2. 13 Struktur Kristal LiFePO_4	21
Gambar 2. 14 Baterai LiFePO_4	22
Gambar 2. 15 Akumulator Basah.....	23
Gambar 2. 16 Akumulator <i>Maintenance Free</i>	24
Gambar 2. 17 Akumulator Kalsium.....	24
Gambar 2. 18 Akumulator <i>Hybrid</i>	25
Gambar 2. 19 Akumulator Gel.....	26
Gambar 2. 20 Akumulator VRLA.....	27
Gambar 2. 21 Kotak Akumulator.....	28
Gambar 2. 22 Tutup Akumulator.....	28
Gambar 2. 23 Tutup Ventilasi Akumulator	29
Gambar 2. 24 Plat Cell Aki (Positif & Negatif).....	29
Gambar 2. 25 Komposisi Elektrolit Baterai.....	30
Gambar 2. 26 Plat Separator	30
Gambar 2. 27 Sel Baterai	31
Gambar 2. 28 Terminal aki	31
Gambar 2. 29 <i>Baterai Management System</i> (BMS).....	32
Gambar 2. 30 Inverter	33
Gambar 2. 31 Sonoff.....	34
Gambar 3. 1 Diagram <i>Flowchart</i>	39
Gambar 3. 2 Diagram Skema	42
Gambar 4. 1 Panel Surya 1.....	47
Gambar 4. 2 Panel Surya 2, 3 dan 4.....	48
Gambar 4. 3 <i>Solar Charge Controller</i> (SCC).....	49
Gambar 4. 4 Inverter 3000 watt	50
Gambar 4. 5 Sonoff.....	51
Gambar 4. 6 Baterai VRLA	52

Gambar 4. 7 Baterai LiFePO ₄	53
Gambar 4. 8 <i>Baterai Management System (BMS)</i>	54
Gambar 4. 9 Diagram <i>Pengchargeran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah.....	57
Gambar 4. 10 Diagram <i>Pengchargeran</i> Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah.....	59
Gambar 4. 11 Diagram Pengosongan Beban Variasi Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	62
Gambar 4. 12 Diagram Pengosongan Beban Variasi Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah	64
Gambar 4. 13 Grafik Pengosongan Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt.....	65
Gambar 4. 14 Grafik <i>Pengchargeran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt.....	67
Gambar 4. 15 Grafik Pengosongan Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt.....	68
Gambar 4. 16 Grafik <i>Pengchargeran</i> Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt.....	70
Gambar 4. 17 Grafik Pengosongan Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt.....	71
Gambar 4. 18 Grafik <i>Pengchargeran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt.....	73
Gambar 4. 19 Grafik Pengosongan Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt.....	74
Gambar 4. 20 Grafik <i>Pengchargeran</i> Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt.....	76
Gambar 4. 21 Grafik Pengosongan Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt.....	77
Gambar 4. 22 Grafik <i>Pengchargeran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt.....	79
Gambar 4. 23 Grafik Pengosongan Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt.....	80
Gambar 4. 24 Grafik <i>Pengchargeran</i> Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt.....	82
Gambar 4. 25 Grafik Efisiensi Daya Dari Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah....	87
Gambar 4. 26 Grafik Efisiensi Daya Dari Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah...	88
Gambar 4. 27 Grafik Efisiensi Dari Masing-masing Baterai	90

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat.....	40
Tabel 3. 2 Bahan	41
Tabel 4. 1 Spesifikasi Panel Surya 1	47
Tabel 4. 2 Spesifikasi Panel Surya 2, 3 dan 4	48
Tabel 4. 3 Spesifikasi SCC	49
Tabel 4. 4 Spesifikasi Inverter	50
Tabel 4. 5 Spesifikasi Sonoff	51
Tabel 4. 6 Spesifikasi Baterai VRLA.....	52
Tabel 4. 7 Spesifikasi Baterai LiFePO ₄	53
Tabel 4. 8 Spesifikasi BMS.....	55
Tabel 4. 9 Data <i>Pengchargeran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah.....	56
Tabel 4. 10 Data <i>Pengchargeran</i> Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah.....	58
Tabel 4. 11 Data Pengukuran Tanpa <i>Pengchargeran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Variasi 204 Sampai 1483 Watt Dengan Masing-masing Waktu Pengukuran 20 Menit.....	61
Tabel 4. 12 Data Pengukuran Tanpa <i>Pengchargeran</i> Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Variasi 287 sampai 1653 Watt Dengan Masing-masing Waktu Pengukuran 20 Menit.....	63
Tabel 4. 13 Data Pengukuran Pengosongan Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt Dengan Waktu Pengukuran Setiap 30 Menit Tanpa <i>Pengchargeran</i>	65
Tabel 4. 14 Data Pengukuran Pengisian Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt Dengan Waktu Pengukuran Masing-masing 30 Menit Dengan <i>Pengchargeran</i>	66
Tabel 4. 15 Data Pengukuran Pengosongan Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt Dengan Waktu Pengukuran Setiap 30 Menit Tanpa <i>Pengchargeran</i>	68
Tabel 4. 16 Data Pengukuran Pengisian Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 500 Watt Dengan Waktu pengukuran masing-masing 30 menit dengan <i>pengchargeran</i>	69
Tabel 4. 17 Data Pengukuran Pengosongan Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt Dengan Waktu Pengukuran Setiap 30 Menit Tanpa <i>Pengchargeran</i>	71
Tabel 4. 18 Data Pengukuran Pengisian Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt Dengan Waktu Pengukuran Masing-masing 30 Menit Dengan <i>Pengchargeran</i>	72

Tabel 4. 19	Data Pengukuran Pengosongan Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt Dengan Waktu Pengukuran Setiap 30 Menit Tanpa <i>Pengchargeran</i>	74
Tabel 4. 20	Data Pengukuran <i>Pengchargeran</i> Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 800 Watt Dengan Waktu Pengukuran Masing-masing 30 Menit Dengan <i>Pengchargeran</i>	75
Tabel 4. 21	Data Pengukuran Pengosongan Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt Dengan Waktu Pengukuran Setiap 30 Menit Tanpa <i>Pengchargeran</i>	77
Tabel 4. 22	Data Pengukuran <i>Pengchargeran</i> Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt Dengan Waktu Pengukuran Masing-masing 30 Menit Dengan <i>Pengchargeran</i>	78
Tabel 4. 23	Data Pengukuran Pengosongan Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt Dengan Waktu Pengukuran Setiap 30 Menit Tanpa <i>Pengchargeran</i>	80
Tabel 4. 24	Data Pengukuran Pengisian Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah Dengan Beban Konstan 1200 Watt Dengan Waktu Pengukuran Masing-masing 30 Menit Dengan <i>Pengchargeran</i>	81
Tabel 4. 25	Data Hasil Perhitungan Daya <i>Output</i> Dari Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	83
Tabel 4. 26	Data Hasil Perhitungan Daya Input Dari Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	84
Tabel 4. 27	Data Hasil Perhitungan Daya <i>Output</i> Dari Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah	84
Tabel 4. 28	Data Hasil Perhitungan Daya <i>Input</i> Dari Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah	85
Tabel 4. 29	Data Hasil Perhitungan Efisiensi Daya Dari Baterai VRLA Sistem 24 Volt 100 Ah	86
Tabel 4. 30	Data Hasil Perhitungan Efisiensi Daya Dari Baterai LiFePO ₄ Sistem 24 Volt 50 Ah	88

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi adalah daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai aktivitas proses, antara lain energi mekanik, energi panas, dan lain-lain. Oleh karena itu, hampir semua perselisihan di dunia ini bermula dari persaingan memperebutkan energi. Terdapat beberapa sumber energi alam sebagai sumber energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman, dan persediaannya tidak terbatas, yang dikenal dengan sumber energi terbarukan. Energi baru dan energi terbarukan akan semakin berperan penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Pasalnya, pembangkit listrik konvensional yang sudah lama menggunakan bahan bakar fosil akan menghabiskan cadangan minyak, gas, dan batu bara yang semakin menipis.

Di Indonesia yang terletak di daerah tropis sebenarnya ada keuntungan besar yaitu bisa mendapatkan sinar matahari terus menerus sepanjang tahun. Sayangnya, energi ini sepertinya hanya disia-siakan untuk tujuan alam. Selain itu energi matahari juga dapat dimanfaatkan dengan bantuan alat lain, yaitu dengan mengubah radiasi matahari menjadi bentuk lain. Ada dua cara untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi lain, yaitu melalui sel surya dan kolektor panas. Tidak diragukan lagi bahwa energi surya adalah salah satu sumber energi yang paling menjanjikan dan ramah lingkungan di masa depan, karena tidak menghasilkan polusi selama konversi energi dan banyak terdapat di alam.

Oleh karena itu, penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah memanfaatkan potensi energi matahari yang tersedia. PLTS atau yang lebih dikenal dengan sel surya (*sel fotovoltaik*) akan semakin banyak diminati karena

dapat digunakan di berbagai tempat seperti kantor, pabrik, rumah, dll. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dianggap perlu untuk mendapatkan studi yang komprehensif secara teknis.

Dalam mendukung proses diatas akumulator merupakan objek utama sebagai parameter pada penulisan ini

Akumulator adalah perangkat yang mengubah energi kimia yang terkandung dalam komponen aktif elemen baterai menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi yang menambah elektron dan menurunkan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi yang menghilangkan elektron dan meningkatkan bilangan oksidasi.

Baterai dibagi menjadi dua kategori: baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai yang tidak dapat diisi ulang dan hanya dapat digunakan satu kali, sedangkan baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan berkali-kali karena dapat diisi ulang. Kemampuan pengisian baterai sekunder disebabkan oleh reaksi elektrokimia *reversible* nya, yang memungkinkan baterai sekunder mengubah energi listrik menjadi energi kimia selama pengisian.

Baterai sekunder memiliki berbagai klasifikasi berdasarkan bahan kimia yang digunakan sebagai dasar pembentukan mekanisme penyimpanan energi. Berbagai baterai berbahan kimia yang banyak beredar antara lain baterai *nickel-cadmium* (NiCd), baterai *nickel-metal hydride* (NiMH), baterai *lithium ion* (Li-Ion) dan baterai *lithium polymer* (Li-Po). Sejak kemunculan *Lithium Iron Phospate* (LiFePO₄) pada tahun 1997 yang sangat menjanjikan untuk perkembangan katoda baterai *lithium-ion*, berbagai metode sintesis LiFePO₄ telah dilakukan dan menjadi pertimbangan dalam berbagai penelitian sebelumnya. Namun tantangan untuk komersialisasi LiFePO₄ tetap ada. Hal tersebut diakibatkan kompleksnya proses fabrikasi katoda LiFePO₄ itu sendiri yang perlu dipermudah dan dioptimalkan, serta pemilihan sumber bahan baku

untuk sintesisnya sendiri agar lebih ekonomis dan tidak berdampak buruk terhadap lingkungan. (Putra et al., 2021)

Secara teoritis, LiFePO_4 mempunyai kapasitas energi yang tinggi yaitu 170 mAh/g dan tegangan discharge 3,4 V. LiFePO_4 juga memiliki stabilitas termal dan stabilitas kimia yang tinggi, ekonomis dan ramah lingkungan karena menggunakan material yang tidak beracun. Dibandingkan dengan LiCoO_2 , biaya sintesis LiFePO_4 lebih murah. Namun LiFePO_4 juga memiliki kekurangan seperti konduktivitas rendah, laju difusi ion Li^+ yang lambat, dan kerapatan energi yang rendah. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, hal-hal yang dapat dilakukan terhadap katoda adalah melapisi dengan karbon, mendoping dengan beberapa logam besi, mengurangi ukuran partikel, mensubstitusi kation aliovalen, serta memodifikasi sintesis katoda LiFePO_4 (*sol-gel*, *presipitasi*, atau *solid state*). (Rachmanto et al., 2020)

Dengan adanya latar belakang di atas maka saya inisiatif untuk mengangkat ide untuk membuat penelitian “Sistem Perancangan Baterai LiFePO_4 Sebagai Pengganti Pada Baterai VRLA Sistem 24 Volt Sebagai Energi Cadangan Di Laboratorium Fisika Dasar Berbasis Panel Surya”.

Dengan adanya penelitian diatas dapat diketahui efektifitas pengecasan dan pengosongan antara baterai LiFePO_4 dan baterai VRLA dapat diketahui setelah digunakan pada saat pengisian dan pengosongan dengan beban yang sama.

Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membuat perancangan baterai LiFePO_4 pada pembangkit tenaga surya sebagai pembanding dengan baterai VRLA pada pembangkit listrik tenaga surya di laboratorium fisika dasar.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

Mencari nilai *output* pada baterai LiFePO_4 pada saat pengisian dan pengosongan berdasarkan arus sebagai pengganti baterai VRLA.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini berkisar pada sistem perancangan baterai LiFePO₄ pada pembangkit tenaga surya sebagai pengganti pada baterai VRLA sebagai pengisian dan pengosongan pada pembangkit listrik tenaga surya di laboratorium fisika dasar

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika dari penulisan skripsi ini terdapat dari 5 bab yang masing – masing memiliki sub-sub yang saling berhubungan satu sama lain yaitu sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan, karakteristik dari pembanding tersebut.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta diagram yang menjelaskan tahap-tahap melakukan penelitian dari awal sampai akhir.

BAB 4 HASIL ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan data pengukuran, data percobaan, dan analisis data

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

- abduh, M. N., Safar, A., Rustan, F. R., Songli, Y., Ridwan, V. F., Badrun, B., Syahrir, M., & Ramadhani, B. S. (2023). *Pengantar Perencanaan Wilayah Dan Kota*. Tohar Media. <https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Cdeweaaaqbaj>
- Afrida, Y., Fitriyono, F., & Setiabudi, B. (2021). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 02(1), 23–27.
- Arif, I. (2018). *Nikel Indonesia*. Pt Gramedia Pustaka Utama. <https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Yup8dwaaqbaj>
- Aslimeri, A. (2019). Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel. *Jtev (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 163. <https://Doi.Org/10.24036/Jtev.V5i1.1.107374>
- Beaty, H. W., & Santoso, S. (2015). Handbook Of Electric Power Calculations Lk. In *Ta - Tt* -. <http://Catdir.Loc.Gov/Catdir/Enhancements/Fy1605/2015473849-T.Html%0ahttp://Catdir.Loc.Gov/Catdir/Enhancements/Fy1605/2015473849-B.Html%0ahttp://Catdir.Loc.Gov/Catdir/Enhancements/Fy1605/2015473849-D.Html>
- Cekmas Cekdin. (2022). Optimasi Pembebanan Pada Sistem Penerangan Dc Pembangkit Listrik Tenaga Akumulator Gandeng Sebagai Sumber Energi Cadangan. *Electrician*, 16(3), 277–288. <https://Doi.Org/10.23960/Elc.V16n3.2309>
- Desa, K., & Kaja, P. (2021). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap*. 8(4), 20–28.
- Dr. Zikri Noer, S. S. M. S. D. I. D. M. S. (2021). *Pengantar Baterai*. Guepedia. <https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Updkeaaaqbaj>
- Fisika, P., Teknologi, I., Ulama, N., Biologi, P., Teknologi, I., Ulama, N., Raya, J., & Dowo, W. (2020). *Edukasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Buatan “ Integrated Solar Panel - Sensitized Solar Cell ” Bagi Madrasah Aliyah Nu Leko Dan Masyarakat Dusun*. 3(02), 92–98.
- Hayani, F. S., Stefanie, A., & Bangsa, I. A. (2021). *Hybrid Generator Thermoelektrik*

Panel Surya Thin Film Sf 170-S Cis 170 Watt Pada Plts 1 Mw Cirata. 6(1).

- Kosasih, D. P. (2018). Pengaruh Variasi Larutan Elektrolite Pada Accumulator Terhadap Arus Dan Tegangan. *Mesa Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang, 02(02)*, 33–45.
- Lingkungan, J. R., Hindarti, F., Ayuningtyas, E., Lingkungan, F. I., & Surya, S. (2020). Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 150 Wp Sebagai Suplai Energi Pada Fotobioreaktor Analysis Design Of 150 Wp Capacity Of Solar Power Plant As Energy Supply In Microalgae Photobioreactors. *20(1)*, 58–67.
- M. Brunner, I. M. I., & M. Brunner, S. (2021). Pemilihan Baterai Kendaraan Listrik Dengan Metoda Weighted Objective. *Jurnal Serambi Engineering, 6(1)*, 1563–1572. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i1.2644>
- Mufty, W., Anggriawan, D., & Efendi, M. Zaena. (2020). Baterai Charger Vrla Dengan Metode Constant Current Constant Voltage Berbasis Kontrol Pi. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (Sentrinov), 6(1)*, 235–243.
- Naim, M. (2020). Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 9(1)*, 27–32. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/dinamika/article/view/3216>
- Nasution, M. (2019). Kajian Tentang Hubungan Deret Volta Dan Korosi Serta Penggunaannya Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu, 251–254*.
- Nasution, M. (2021). Mengaplikasikan Sel Volta Dalam Pembuatan Baterai Sebagai Penyimpa Energi. *Journal Of Electrical Technology, 6(3)*, 152–154. <https://www.jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/5102/3696>
- Pudi, G. M., Agow, A. F., Naapia, J., Papia, T., Teknologi, P., Mekatronika, R., Mesin, J. T., & Manado, P. N. (2022). Uji Kinerja Panel Surya Monocrystalline Terhadap Baterai Valve Regulated. *1(2)*, 34–39.
- Putra, O., Fadila, R., Andrijanto, E., & Suminar, D. R. (2021). Sintesis Dan Karakterisasi Lihium Iron Phosphate (Lifepo4) Menggunakan Metoda Solid State Reaction Sebagai Katoda Pada Baterai Lithium-Ion. *Fluida, 14(2)*, 42–50. <https://doi.org/10.35313/fluida.v14i2.2632>
- Rachmanto, M. K. A., Wibowo, L. T., & Paramitha, T. (2020). Review : Metode Sintesis Katoda Lifepo4 Baterai Lithium-Ion. *Equilibrium Journal Of Chemical Engineering, 3(2)*, 75. <https://doi.org/10.20961/equilibrium.v3i2.42833>
- Sabrina, G., & Supardi, Z. (2019). Sintesis Dan Karakterisasi Material Katoda

- Lifepo₄ Pada Baterai Lithium Ion. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (Ifi)*, 08, 58–61.
- Saodah, S., & Utami, S. R. I. (2019). *Perancangan Sistem Grid Tie Inverter Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. 7(2), 339–350.
- Sihombing, R. (2021). Konversi Seng Dari Limbah Baterai Zn-C Menjadi Senyawa Seng Sulfat. *Jc-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 5(2), 13–17. <https://doi.org/10.17977/Um0260v5i22021p013>
- Suwarti, -, & Wahyono, -. (2019). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Eksergi*, 14(2), 46–52. <https://doi.org/10.32497/Eksergi.V14i2.1325>
- Syahwil, M., & Kadir, N. (2021). Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sistem Off-Grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 3(1), 26–35. <https://doi.org/10.14710/Jplp.3.1.26-35>