

**SKRIPSI**  
**ANALISA PERFORMA BATERAI FLA, VRLA DAN LIFEPO4**  
**DENGAN KAPASITAS 12 V 24 Ah BERDASARKAN**  
**VARIASI JENIS BEBAN**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan  
11 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :  
**BRIAN FERNANDEZ**  
132018003

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**  
**2022**

**SKRIPSI**  
**ANALISA PERFORMA BATERAI FLA, VRLA DAN LIFEPO4**  
**DENGAN KAPASITAS 12 V 24 Ah BERDASARKAN**  
**VARIASI JENIS BEBAN**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan  
11 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh  
**BRIAN FERNANDEZ**

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing 1

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

Penguji 1

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

Pembimbing 2

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

Penguji 2

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

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

## 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, 11 Agustus 2022

Yang membuat Pernyataan



Brian Fernandez

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### 1.1. Motto

- ❖ Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri (Q.S Ar-Rad : 11)
- ❖ Jaga matamu menghadap ke bintang dan pijakkan kakimu ke tanah (Theodore Rosevelt)
- ❖ Lakukanlah suatu pekerjaan dengan sebaik-baiknya niscaya Allah SWT akan memberikan pertolongan dan kemudahan (Brian Fernandez)

### 1.2. Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- ❖ Allah SWT yang telah memberikan nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Yang telah memberikan nikmat kesehatan, selalu diberikan perlindungan disetiap langkah, selalu memberikan kemudahan disaat kesulitan itu datang dan Allah SWT selalu memberikan pertolongan di waktu yang tepat.
- ❖ Kepada kedua orang tuaku Bapak Jumiran dan Ibu Rusmiati yang sangat saya cintai dan saya sayangi. Terimakasih atas do'a, dukungan dan motivasi yang selalu diberikan selama saya menyelesaikan perkuliahan ini. Yang selalu ada disaat saya merasa sedih dan selalu memberikan solusi di setiap permasalahan yang saya hadapi. Dan selalu menasehati saya untuk selalu menjadi pribadi yang sabar dan ikhlas.
- ❖ Kepada pembimbing 1 saya Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc yang berperan penting dalam penyusunan skripsi ini, yang telah membantu menyelesaikan skripsi dan selalu memberi dukungan, semangat dan motivasi kepada saya. Serta pembimbing 2 saya Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini dan selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
- ❖ Seluruh keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi sehingga penulis selalu bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Teman-teman satu angkatan 2018 yang telah berjuang untuk menyelesaikan studi selama 4 tahun.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISA PERFORMA BATERAI FLA, VRLA DAN LIFEPO4 DENGAN KAPASITAS 12 V 24 Ah BERDASARKAN VARIASI JENIS BEBAN”** 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. Wiwin A. Oktavini, S.T., M.Sc. Selaku dosen pembimbing 1
2. Taufik Barlian, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing 2

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 Progam Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta Jumiran dan Rusmiati yang tak kenal lelah memberikan memberikan do'a, semangat dan motivasi.
7. Keluarga, sahabat dan orang-orang yang sangat saya sayangi yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

8. Rekan - rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun materil 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 dengan senang hati, semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca.

Palembang, 11 Agustus 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Brian Fernandez', with a stylized flourish at the end.

Brian Fernandez

## **ABSTRAK**

Fokus kajian penelitian ini diarahkan pada analisa kinerja baterai pada saat pengosongan, dimana daya tahan baterai pada saat pengosongan menjadi acuan dalam penelitian. Selain itu perubahan tegangan dan arus pada baterai FLA, VRLA, dan LifePO4 mempengaruhi daya tahan baterai pada saat pengosongan. Tujuan penelitian ialah membandingkan performa baterai FLA, VRLA, dan LifePO4 dan mencari efisiensi melalui perbandingan lama proses pengosongan setiap baterai pada saat diberi beban bervariasi dengan total kapasitas beban 330 Watt. Hasil penelitian menunjukkan pada saat pengosongan baterai FLA bertahan selama 1 jam 20 menit dengan penurunan tegangan sekitar 12% dan kenaikan arus sekitar 28,4%. Sedangkan untuk baterai VRLA bertahan selama 1 jam 30 menit yang artinya lebih lama 10 menit dari baterai FLA dengan penurunan tegangan sekitar 11% dan kenaikan arus sekitar 28,5%. Untuk baterai LifePO4 bertahan selama 1 jam 40 menit, lebih lama 20 menit dari baterai FLA dan 10 menit dari baterai VRLA dengan penurunan tegangan sekitar 12.1% dan kenaikan arus sekitar 27%. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa baterai LifePO4 memiliki efisiensi yang tinggi pada saat pengosongan, hal ini dikarenakan baterai LifePO4 menjadi baterai dengan waktu pengosongan paling lama dibandingkan baterai FLA dan VRLA.

**Kata kunci : baterai FLA, VRLA, LifePO4, pengosongan dan efisiensi**



## ABSTRACT

*The focus of this research study is directed at analyzing battery performance during discharge, where battery life during discharge becomes a reference in research. In addition, changes in voltage and current in FLA, VRLA, and LifePO4 batteries affect battery life during discharge. The purpose of this research is to compare the performance of FLA, VRLA, and LifePO4 batteries and to find efficiency by comparing the length of the discharge process for each battery when given a varying load with a total load capacity of 330 Watts. The results showed that when the battery was discharged, the FLA lasted for 1 hour and 20 minutes with a voltage drop of about 12% and an increase in current of about 28.4%. As for the VRLA battery, it lasts for 1 hour and 30 minutes, which means 10 minutes longer than the FLA battery with a voltage drop of about 11% and an increase in current of about 28.5%. The LifePO4 battery lasts for 1 hour 40 minutes, 20 minutes longer than the FLA battery and 10 minutes than the VRLA battery with a voltage drop of about 12.1% and a current increase of about 27%. From the results of the study, it can be concluded that the LifePO4 battery has high efficiency during discharge, this is because the LifePO4 battery is the battery with the longest discharge time compared to FLA and VRLA batteries.*

**Keywords : battery FLA, VRLA, LifePO4, discharging, and efficiency**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Pengertian Baterai.....	5
2.2. Prinsip Kerja Baterai .....	5
2.3. Jenis-jenis Baterai.....	6
2.3.1. Baterai FLA (Flooded Lead Acid Battery).....	6
2.3.2. Baterai VRLA (Valve-Regulated Lead Acid Battery) .....	7
2.3.3. Baterai LifePO4 (Lithium Iron Phosphate) .....	8
2.4. Komponen Pendukung Kinerja Baterai.....	9
2.4.1. LVD (Low Voltage Disconnect) .....	10
2.4.2. BMS (Battery Management System).....	10
2.4.3. Display PZEM-015.....	12
2.4.4. Relay .....	12
2.4.5. Resistor shunt .....	13
2.4.6. Inverter .....	13
2.5. Rangkaian Baterai.....	14
2.5.1. Rangkaian Seri Baterai .....	14
2.5.2. Rangkaian Paralel Baterai .....	15
2.6. Parameter - parameter Baterai .....	15
2.6.1. Tegangan dan Arus.....	15

2.6.2. Kapasitas Baterai .....	16
2.6.3. State of Charge (SoC) dan Depth of Discharge (DoD) .....	16
2.6.4. Penyeimbang Tegangan (Balancing Cell) .....	16
2.6.5. Jumlah Siklus Baterai .....	16
2.6.6. Pengujian Baterai.....	16
2.7. Beban Listrik .....	17
2.8. Penelitian Yang Relevan .....	17
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.2. Diagram Flowchart penelitian .....	20
3.3. Perancangan Instalasi Baterai menuju Beban.....	22
3.4. Persiapan Alat dan Bahan.....	22
3.5. Langkah-langkah instalasi Baterai.....	24
3.6. Prosedur Pengujian .....	24
<b>BAB 4 HASIL DAN ANALISIS .....</b>	<b>26</b>
4.1. Data Penelitian.....	26
4.1.1. Spesifikasi baterai FLA (flooded lead acid).....	26
4.1.2. Spesifikasi baterai VRLA (valve regulated lead acid) .....	27
4.1.3. Spesifikasi baterai LifePO4 (lithium iron phosphate) .....	28
4.2. Instalasi Baterai menuju Beban .....	29
4.3. Hasil Penelitian.....	30
4.3.1. Hasil pengujian .....	31
4.3.2. Perhitungan efisiensi pengosongan baterai .....	39
4.3.3. Analisa perbandingan kinerja baterai .....	41
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Baterai FLA / Aki basah .....	7
Gambar 2.2. Baterai VRLA Gel.....	8
Gambar 2.3. Baterai LifePO4 tipe <i>round cell</i> 32700 3,2 V 6 Ah .....	9
Gambar 2.4. LVD <i>Discharging</i> .....	10
Gambar 2.5. BMS 4S 30 A .....	11
Gambar 2.6. Penempatan BMS di rangkaian seri .....	11
Gambar 2.7. Display PZEM-015 .....	12
Gambar 2.8. Relay 12 Volt .....	13
Gambar 2.9. Resistor Shunt .....	13
Gambar 2.10. Inverter PSW 500 Watt dc to ac.....	14
Gambar 2.11. Rangkaian seri baterai .....	14
Gambar 2.12. Rangkaian Paralel Baterai .....	15
Gambar 3.1. Diagram alir pengujian baterai .....	21
Gambar 3.2. Rangkaian pengawatan baterai menuju beban .....	22
Gambar 4.1. Baterai FLA dihubung Paralel .....	27
Gambar 4.2. Baterai VRLA 12 V 24 Ah.....	28
Gambar 4.3. Tampak atas baterai LifePO4 dihubung seri paralel .....	29
Gambar 4.4. Tampak bawah baterai dihubung seri paralel.....	29
Gambar 4.5. Rangkaian Baterai menuju Beban .....	29
Gambar 4.6. Grafik tegangan baterai FLA saat pengosongan .....	32
Gambar 4.7. Grafik arus baterai FLA saat pengosongan .....	33
Gambar 4.8. Grafik tegangan baterai VRLA saat pengosongan.....	35
Gambar 4.9. Grafik arus baterai VRLA saat pengosongan.....	36
Gambar 4.10. Grafik tegangan baterai FLA saat pengosongan .....	38
Gambar 4.11. Grafik arus baterai LifePO4 saat pengosongan.....	39
Gambar 4.12. Grafik perbandingan tegangan pengosongan baterai .....	43
Gambar 4.13. Grafik perbandingan arus pengosongan baterai .....	44

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Spesifikasi LVD .....	10
Tabel 2.2. Spesifikasi BMS.....	11
Tabel 2.3. Spesifikasi Display PZEM-015.....	12
Tabel 2.4. Spesifikasi Relay .....	12
Tabel 2.5. Spesifikasi Inverter .....	13
Tabel 3.1. Alat Kerja.....	23
Tabel 3.2. Bahan Pendukung Penelitian .....	23
Tabel 4.1. Spesifikasi baterai FLA.....	26
Tabel 4.2. Spesifikasi baterai VRLA .....	27
Tabel 4.3. Spesifikasi baterai LifePO4 .....	28
Tabel 4.4. Data hasil pengukuran baterai FLA terhadap beban bervariasi .....	31
Tabel 4.5. Data hasil pengukuran baterai VRLA terhadap beban bervariasi .....	34
Tabel 4.6. Data hasil pengukuran baterai LifePO4 terhadap beban bervariasi .....	37
Tabel 4.7. Hasil perhitungan efisiensi baterai terhadap beban bervariasi .....	41
Tabel 4.8. Perbandingan tegangan ( $V_{out}$ ) dan arus ( $I_{out}$ ) baterai .....	41

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di era kemajuan teknologi sekarang ini penggunaan energi listrik berperan penting dalam keberlangsungan hidup manusia persediaan energi listrik umumnya bersumber dari energi fosil yang semakin lama keberadaannya semakin berkurang maka dari itu, pasokan energi alternatif atau energi baru dan terbarukan (EBT) sangat diperlukan. Penggunaan energi baru dan terbarukan memberikan dampak positif bagi lingkungan, oleh karena itu banyak pihak mengembangkan sumber energi alternatif baru untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Dalam penerapannya energi alternatif membutuhkan tempat penyimpanan energi listrik untuk selanjutnya dialirkan pada beban. Baterai mengambil peran sebagai media penyimpanan energi listrik dari beberapa energi alternatif serta untuk mensuplai arus listrik pada saat sistem sedang bekerja, maka dari itu penggunaan baterai sangat penting guna menyediakan pasokan energi yang handal dan berkelanjutan dalam waktu yang relatif lama.

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai primer dan sekunder. Pada penelitian ini menggunakan jenis baterai sekunder yang terdiri dari tipe baterai *lead-acid* yakni baterai FLA (*Flooded Lead Acid*) dan VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) serta tipe baterai lithium yaitu baterai LifePO4 (*Lithium Iron Phospate*) dimana ketiga jenis baterai ini banyak diterapkan sebagai media penyimpanan energi listrik dari beberapa energi baru dan terbarukan. Baterai FLA (*Flooded Lead Acid Battery*) adalah jenis baterai yang dirancang untuk bisa menghasilkan arus listrik stabil dalam waktu yang cukup lama karena lempengan elektroda yang lebih tebal. Selain itu sel-sel di dalam aki harus terendam cairan elektrolit. Kelebihannya yaitu memiliki ketahanan yang cukup kuat terhadap siklus pengisian sampai dengan pengosongan. Sedangkan kekurangannya jika baterai digunakan secara terus-menerus dalam jangka waktu yang relatif lama

cairan elektrolit pada baterai akan berkurang dikarenakan proses penguapan yang keluar dari ventilasi gas berupa katup yang berfungsi untuk membuang gas  $H_2$  saat proses pengisian (Fikri Nugroho, 2021).

Baterai VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*), baterai vrla ini tidak memiliki ventilasi gas sehingga tidak ada senyawa yang dapat keluar atau masuk kedalam baterai. Kelebihan dari baterai vrla yaitu tidak memerlukan perawatan berkala, lebih fleksibel untuk penerapannya, memiliki ketahanan terhadap *discharge* yang lebih tinggi dan *self discharge* yang lebih rendah. Sedangkan kekurangannya baterai jenis ini rentan terhadap *overcharge*, masa pakai baterai yang relatif pendek dan tidak cocok diterapkan pada temperatur yang tinggi (Wandadaya Et Al., 2020).

Baterai LifePO4 (*Lithium Iron Phosphate*), kelebihan dari baterai jenis ini yaitu reaktifitas serta termodinamikanya yang stabil, *life cycle* yang Panjang, kerapatan energi yang tinggi, baterai jenis ini dapat bekerja pada kondisi tegangan tinggi serta ramah lingkungan. Sedangkan kekurangannya yaitu tegangan baterai menurun saat proses pelepasan muatan (*discharge*) dengan kapasitas diatas 80% dan semakin lama waktu pengisian temperature baterai akan meningkat (Zidni, 2020). Berdasarkan kelebihan dan kekurangan baterai FLA, VRLA dan LifePO4 penguji akan membandingkan performa ketiga baterai terhadap beban bervariasi sehingga dapat diketahui penggunaannya secara optimal serta efisiensi setiap baterai terhadap beban.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1. Mengetahui performa baterai FLA, VRLA dan LifePO4 dengan mengamati perubahan tegangan dan arus pada baterai ketika diberi beban bervariasi.
2. Mengetahui efisiensi baterai FLA, VRLA dan LifePO4 pada saat pengosongan (*discharging*).
3. Membandingkan daya tahan baterai FLA, VRLA dan LifePO4 pada saat pengosongan.

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya sebatas membandingkan kinerja baterai FLA, VRLA dan LifePO4 berkapasitas 12 Volt 24 Ah ketika diberi beban bervariasi dengan kapasitas beban keseluruhan 330 Watt.
2. Tidak membahas lebih dalam tentang proses pengisian (*charging*) baterai FLA, VRLA dan LifePO4.
3. Tidak menganalisa reaksi kimia pada baterai.
4. Semua baterai yang digunakan dalam proses pengujian adalah baterai baru dan pada saat pengujian dalam kondisi *fullcharge* atau penuh.

### **1.4. Sistematika Penulisan**

Uraian penyusunan isi dari skripsi ini terdiri dari banyaknya bab yang isinya terdiri dari :

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

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

Bab ini membahas mengenai teori pendukung yang digunakan dalam pembahasan dan cara kerja komponen pendukung serta karakteristik dari setiap komponen - komponen pendukung.

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

Bab ini membahas mengenai tempat dan waktu penelitian, metode yang akan digunakan saat penelitian, alat dan bahan yang digunakan serta diagram alir kerja alat dari awal sampai selesai.

#### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang performa atau kinerja dari baterai FLA, VRLA dan LifePO4 berdasarkan daya tahan baterai ketika diberi beban bervariasi, dengan kapasitas beban yang sama serta membandingkan kinerja setiap baterai dan mengetahui perubahan tegangan dan arus pada baterai FLA, VRLA dan LifePO4 ketika diberi beban bervariasi.



## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian analisa performa baterai FLA, VRLA dan LifePO4 dengan kapasitas 12 Volt 24 Ah berdasarkan variasi jenis beban.

### **LAMPIRAN**

Pada bagian lampiran berisikan dokumentasi alat, sistem pengisian baterai menggunakan *charger dengan* kapasitas 6 Ah, dokumentasi pengisian data pengujian dan cara pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, m., suyanto, h., & husada, h. (2020). Perbandingan karakteristik baterai valve regulated lead acid dengan baterai lithium pada modul photovoltaic jenis polycrystalline dengan modified coulomb counting method [doctoral, institut teknologi pln]. [Http://156.67.221.169/2962/](http://156.67.221.169/2962/)
- Ardiyansyah, a. (2020). Perancangan sistem keamanan kolam ikan jaring terapung di danau jatiluhur menggunakan energi alternatif panel surya berbasis internetofthings[other,universitaskomputerindonesia]. [Https://doi.org/10.14.%20unikom\\_arif%20ardiyansyah\\_bab%204.pdf](https://doi.org/10.14.%20unikom_arif%20ardiyansyah_bab%204.pdf)
- Fikri nugroho, m. (2021). Analisa efektivitas tegangan sel surya berdasarkan sudut paparan cahaya matahari [skripsi, universitas muhammadiyah ponorogo]. [Http://eprints.umpo.ac.id/7689/](http://eprints.umpo.ac.id/7689/)
- Gefrin, g. (2021). Rancang bangun alat pembangkit listrik tenaga hybrid untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga secara mandiri di desa wacuala kecamatan batuatas sulawesi tenggara [skripsi, universitas muhammadiyah ponorogo]. [Http://eprints.umpo.ac.id/6521/](http://eprints.umpo.ac.id/6521/)
- Hadiyati, n. A. (2018). Pemodelan dan analisis baterai lithium ion 3,2v lifepo4 singlecells[sarjana,universitasbrawijaya]. [Http://repository.ub.ac.id/id/eprint/9637/](http://repository.ub.ac.id/id/eprint/9637/)
- Kartika, i. (2017). Analisa rugi-rugi daya diakibatkan arus kapasitif. *Jurnal surya energy*, 1(2), 100–111. [Https://doi.org/10.32502/jse.v1i2.600](https://doi.org/10.32502/jse.v1i2.600)
- Mufidah, i. N. (2019a). Jurusan teknik elektro strata 1 fakultas teknik universitas jember 2019. 48.
- Mufidah, i. N. (2019b). Estimasi state of charge pada baterai vrla (valve-regulated leadacid)denganmetodepolynomialregression. [Http://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/92725](http://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/92725)
- Munadi, h. A. (2021). Studi analisis rugi-rugi baterai tipe alumunium udara pada bebanlistrikstatis[sarjana,universitassiliwangi]. [Http://repositori.unsil.ac.id/4296/](http://repositori.unsil.ac.id/4296/)
- Noor, f. A., ananta, h., & sunardiyo, s. (2017). Pengaruh penambahan kapasitor terhadap tegangan, arus, faktor daya, dan daya aktif pada beban listrik di minimarket. *Jurnal teknik elektro*, 9(2), 66–73.

- Pristisahida, a. O., & munawar, i. (2021). Konfigurasi baterai lead acid pada sistem pengaturan motor bldc untuk aplikasi mobil listrik: the configuration of lead acid batteries in bldc motor control systems for electric car applications. *Jitel (jurnal ilmiah telekomunikasi, elektronika, danlistriktenaga)*,1(2),163–174.  
<https://doi.org/10.35313/jitel.v1.i2.2021.163-174>
- Putri, c. M. (2020). Pengaruh proses pengosongan (discharging) terhadap kapasitas dan efisiensi baterai 110 volt dc di gardu induk 70 kv boom baru Palembang[other,politekniknegerisriwijaya].  
<http://eprints.polsri.ac.id/9053/>
- Silvana, a. F., & caroline, c. (2019). Pengaruh proses pengosongan (discharging) terhadap kapasitas dan efisensi baterai 110 vdc di gardu induk sungai kedukanpalembang[undergraduate,sriwijayauniversity].  
[https://doi.org/10/rama\\_20201\\_03041181520004\\_turnitin.pdf](https://doi.org/10/rama_20201_03041181520004_turnitin.pdf)
- Siregar, a. (2022). Kemampuan baterai sumber energi penggerak mobil listrikkapasitas12v50a. <http://repository.uhn.ac.id/handle/123456789/6502>
- Sudewo, t. B., handayani, o., & koerniawan, t. (2020). Evaluasi kapasitas dan efisiensi baterai 110vdc pltu tarahan dalam menyuplai beban dc [doctoral, institut teknologi pln]. <http://156.67.221.169/3063/>
- Syaputra,e.(2020). Perancangan teknologi publik tempat sampah pintar bertenaga solarselberbasismikrokontrollerarduinouno[thesis,umsu].  
<http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/14682>
- Wandadaya, d. Y., ispranyoto, e., & tresya, k. (2020). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (plts) berskala rumah tinggal. [diploma, it pln].  
<http://156.67.221.169/2674/>
- Widjajanto, d., achsan, b. M., rozaqi, f. M. N., widyotriatmo, a., & leksono, e. (2021). Estimasi kondisi muatan dan kondisi kesehatan baterai vrla dengan metode rvp. *Jurnal nasional teknik elektro dan teknologi informasi*, 10(2), 178–187. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i2.1299>
- Wijaya, n., kumara, i. N. S., partha, c. G. I., & divayana, y. (2021). Perkembangan baterai dan charger untuk mendukung pemasyarakatan sepeda listrik di indonesia.*Jurnalspektrum*,8,15–26.  
<https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p3>
- Zidni, 16524078 irfan. (2020). Analisis efisiensi pengisian muatan baterai lithium iron phosphate (lifepo4). <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/28700>