

SKRIPSI

**ANALISIS REKONDISI BATERAI LEAD ACID
BERKAPASITAS 40 AH UNTUK MOBIL BENSIN**



M REZA FAHLENDI

03041181924013

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

**ANALISIS REKONDISI BATERAI LEAD ACID
BERKAPASITAS 40 AH UNTUK MOBIL BENSIN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**M REZA FAHLENDI
(03041181924013)**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS REKONDISI BATERAI LEAD ACID BERKAPASITAS 40 AH UNTUK MOBIL BENSIN



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

M REZA FAHLENDI

03041181924013

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Palembang, 08 Januari 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T

NIP. 196411031995121001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Reza Fahlendi
NIM : 03041181924013
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Rekondisi Baterai Lead Acid
Berkapasitas 40 AH Untuk Mobil Bensin

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate/ Turnitin*: 10%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, 08 Januari 2025



M Reza Fahlendi

LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencakupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).



Tanda Tangan : _____
Pembimbing Utama : Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T.
Tanggal : 08 Januari 2025

**PERNYATAAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Reza Fahlendi

Nim : 03041181924013

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS REKONDISI BATERAI LEAD ACID BERKAPASITAS 40 AH
UNTUK MOBIL BENSIN**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa memintas izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada Tanggal 08 Januari 2025

Yang menyatakan

M. Reza Fahlendi



KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T. karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir Skripsi yang berjudul "Analisis Rekondisi Baterai Lead Acid Berkapasitas 40 AH Untuk Mobil Bensin". Sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Shalawat & salam selalu tercurah kepada Nabi Besar Muhammad S.A.W., beserta keluarganya dan para sahabatnya hingga pengikutnya akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan usulan proposal skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama pada dosen pembimbing tugas akhir yaitu Bapak Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingan kepada penulis. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua beserta keluarga dirumah, yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, doa, dan segala kebutuhan saya selama menjalani perkuliahan ini sedari awal masuk dan resmi menjadi mahasiswa baru di Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, hingga detik ini penelitian dan penulisan skripsi ini selesai tanpa rasa pamrih dan tiada hentinya selama ini
2. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T, M. Eng, Ph. D, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr.Eng.Ir. Suci Dwijayanti, ST, MS. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Sariman, M.S. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu memberikan saran dan masukannya.
7. Teman – teman satu bimbingan bersama Bapak Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T yaitu Luis Yuhandri, M. Riego Sitompul, Alya Apriliya, Leonardo Situmorang dan yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu

terimakasih telah membantu memaksimalkan penelitian dan juga penulisan skripsi ini serta menjadi motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Terima kasih untuk organisasi saya selama berkuliah, HME Elektro, KM MUBA dan DPM U Unsri yang telah memberikan saya pelajaran dan pengalaman berorganisasi
9. Kepada sahabat saya Nanang Ardiansyah yang selalu memberikan dukungan agar terselesaikannya skripsi ini
10. Teman-teman saya di merah mata yaitu Okan Fahrezi S, Andi Ardiansyah, Ilham Pratama dan Nabila Anindita yang juga sudah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari adanya kesalahan yang bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan pribadi dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis meminta maaf sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari seluruh pihak dan pembaca demi memperbaiki tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi serta menambah ilmu bagi para pembaca dan semua pihak terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Indralaya, 08 Januari 2025



M Reza Fahlendi

NIM. 03041181924013

ABSTRAK
ANALISIS REKONDISI BATERAI LEAD ACID
BERKAPASITAS 40 AH UNTUK MOBIL BENSIN

(M Reza Fahlendi, 03041181924013, 2025, 40 halaman)

Penyimpanan energi listrik sebagai catu daya berupa baterai Lead Acid yang terdiri dari dua macam plat elektroda yaitu elektroda positif dan elektroda negatif serta larutan pekat asam sulfur (H_2SO_4) dicampur Air (H_2O) sebagai media penghantar yang dapat menghasilkan energi listrik dari proses elektrokimia dari ketiga komponen baterai menghasilkan kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda) terjadi proses Charging (Charging otomatis) bila terjadi proses Discharging maupun Charging yang berlebihan mengakibatkan kerusakan pada elemen elektroda. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rekondisi baterai dengan mengganti material pada komponen baterai yang sudah rusak ke komponen baru dan bagus serta melakukan perhitungan efisiensi pada baterai rekondisi lebih besar atau sama dengan 60%. Perekaman data penelitian ini menggunakan data loger yang dapat merekam data arus, tegangan secara Real time permenit. Kinerja baterai rekondisi dibandingkan dengan baterai baru sebesar 75% dengan menggunakan beban lampu 60 Watt adalah 30 jam dan 40 jam terjadi proses discharging baterai. Dari proses discharging tersebut didapatkan efisiensi baterai pada baterai baru adalah 90% dan efisiensi baterai pada baterai rekondisi adalah 68%. Data Rekondisi sebesar 75% lebih, disimpulkan bahwa baterai rekondisi masih sangat layak untuk di gunakan.

Kata kunci : Baterai Lead Acid, Charging, Discharging, Rekondisi.

ABSTRACT
ANALYSIS OF LEAD ACID BATTERY RECONDITION WITH 40 AH
CAPACITY FOR PETROL CARS

(M Reza Fahlendi, 03041181924013, 2025, 40 Pages)

Electrical energy storage as a power supply in the form of a Lead Acid battery consisting of two types of electrode plates, namely positive electrodes and negative electrodes and a concentrated solution of sulfuric acid (H₂SO₄) mixed with Water (H₂O) as a conducting medium that can produce electrical energy from the electrochemical process of the three battery components producing a positive pole (cathode) and a negative pole (anode) a Charging process occurs (automatic Charging) if there is a Discharging process or excessive Charging results in damage to the electrode elements. This study aims to recondition the battery by replacing the material on the damaged battery components with new and good components and calculating the efficiency of the reconditioned battery greater than or equal to 60%. The recording of this research data uses a data logger that can record current and voltage data in Real time per minute. The performance of the reconditioned battery compared to the new battery by 75% using a 60 Watt lamp load is 30 hours and 40 hours of battery discharging. From the discharging process, the battery efficiency of the new battery is 90% and the battery efficiency of the reconditioned battery is 68%. Reconditioned data of more than 75%, it is concluded that the reconditioned battery is still very suitable for use.

keywords: *Lead Acid Battery, Charging, Discharging, Reconditioning.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	Error! Bookmark not defined.
KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Baterai	4
2.1.1 Prinsip Kerja Baterai	5
2.1.2 Konstruksi Baterai.....	6
2.1.3 Jenis-jenis Baterai	9
2.1.4 Kapasitas Baterai.....	10
2.1.5 Efisiensi Baterai	11
2.2 Baterai Lead Acid	11
2.2.1 Flooded Lead Acid Battery (FLA).....	12
2.2.2 Valve Regulated Lead Acid Battery (VRLA).....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.2 Metodologi Penelitian.....	20
3.3 Langkah-langkah Penelitian	20

3.4	Diagram Alir Penelitian.....	22
3.5	Diagram Blok Penelitian.....	23
3.6	Alat dan Bahan	23
3.7	Desain Baterai Lead Acid.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Umum	26
4.2	Proses Pengisian Baterai.....	26
	4.2.1 Pengisian Baterai Rekondisi.....	26
	4.2.2 Pengisian Baterai Baru	26
4.3	Proses Pengosongan Baterai	27
	4.3.1 Pengosongan Baterai Rekondisi.....	27
	4.3.2 Pengosongan Baterai Baru	27
4.5	Data Hasil Pengukuran Baterai.....	28
	4.5.1 Hasil Pengosongan Baterai Baru.....	28
	4.5.2 Hasil Pengosongan Baterai Rekondisi	30
	4.5.3 Hasil Pengisian Baterai Baru.....	31
	4.5.4 Hasil Pengisian Baterai Rekondisi	32
4.7	Perhitungan Rata-rata	35
	4.7.1 Perhitungan Rata-rata Baterai baru	35
	4.7.2 Perhitungan Rata-rata Baterai Rekondisi	35
4.8	Perhitungan Kapasitas dan Effisiensi Baterai.....	36
	4.8.1 Baterai Baru.....	36
	4.8.2 Baterai Rekondisi	37
4.9	Analisa Hasil Penelitian.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		410
5.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.40
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baterai.....	4
Gambar 2. 2 Proses Reaksi Elektrokimia Pengosongan (Discharging) Baterai.	5
Gambar 2. 3 Proses Reaksi Elektrokimia Pengisian (Charging) Baterai.	5
Gambar 2. 4 Baterai 1Plat-Plat Positif dan Plat Negatif.....	6
Gambar 2. 5 Sel dan Separator.	7
Gambar 2. 6 Bentuk Baterai dan Kontruksi Baterai.....	9
Gambar 2. 7 Baterai Jenis FLA	12
Gambar 2. 8 Baterai Jenis VRLA.....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Diagram Blok Penelitian	23
Gambar 3. 3 Desain Baterai Lead Acid.....	25
Gambar 4. 1 Proses Pengisian Baterai Rekondisi	26
Gambar 4. 2 Proses Pengisian Baterai Baru	27
Gambar 4. 3 Proses Pengosongan Baterai Rekondisi.....	27
Gambar 4. 4 Proses Pengosongan Baterai Baru	28
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan rata-rata data tegangan keluaran Pengisian dan Pengosongan pada baterai Baru	33
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan rata-rata data arus keluaran Pengisian dan Pengosongan pada baterai Baru	33
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan rata-rata data tegangan keluaran Pengisian dan Pengosongan pada baterai Rekondisi.....	34
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan rata-rata data arus keluaran Pengisian dan Pengosongan pada baterai Rekondisi.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	24
Tabel 4. 1 Data hasil Pengukuran Pengosongan Baterai Baru.....	29
Tabel 4. 2 Data Pengukuran Pengosongan Baterai Rekondisi	30
Tabel 4. 3 Data hasil Pengukuran Pengisian Baterai Baru	31
Tabel 4. 4 Data hasil Pengukuran Pengisian Baterai Rekondisi	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang berperan penting dalam kemajuan peradaban manusia, Selama ini persediaan energi listrik umumnya dipasok dari sumber-sumber energi fosil, namun demikian, dengan terjadinya krisis minyak banyak pihak yang mencari alternatif baru dalam penyediaan sumber energi terutama berasal dari sumber energi terbarukan, Energi baru terbarukan sangat penting karena energi konvensional seperti minyak bumi, batu bara dan gas jumlahnya terbatas[1], untuk mendukung penyedia energi tersebut, penyimpanan energi menjadi sangat penting untuk menyimpan energi dalam waktu yang relatif lama, salah satunya adalah baterai[2].

Jenis baterai yang digunakan pada kehidupan sehari-hari seperti baterai Lead Acid, lithium ion, nikel cadmium, nikel metal hydride dan lain-lain[3] sangat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik yang dimiliki baterai, seperti pada baterai lead acid yang menghasilkan energi listrik dengan cara reaksi elektrokimia menggunakan cairan asam kuat H_2SO_4 asam sulfat, baterai mempunyai kapasitas yang dapat menurun dikarenakan discharging atau non aktif sehingga harus dilakukan charging ulang agar kapasitasnya meningkat normal dan bisa berfungsi dengan baik, kondisi low berkelanjutan bila tidak segera diatasi bisa menyebabkan kerusakan permanen, tentu hal ini membuat harus dilakukan *maintenance*, oleh karena itu diperlukan prediksi tegangan baterai agar diketahui kapan waktunya untuk mengisi ulang baterai atau bahkan menggantinya jika kondisi baterai tidak bisa berfungsi menyimpan daya listrik lagi[4].

Baterai lead acid atau baterai asam timbal adalah alat penyimpanan daya listrik yang banyak digunakan orang karena ekonomis dan bisa di recharging[5][6], Namun jenis baterai ini memiliki kelemahan terutama terjadinya pengendapan timbal pada elektroda dan korosi yang disebabkan oleh elektrolit[7], serta terjadi penurunan kapasitas dan efisiensi seiring waktu, kesulitan dalam perawatan manual dan pengisian yang relatif lama[8], sehingga pengawasan suhu baterai sangat penting untuk meminimalkan resiko kebocoran akibat peningkatan daya dan energi[9][10][11], salah satu solusinya adalah dengan mengganti

elektroda yang sudah rusak dengan material yang baru untuk memperoleh baterai yang siap pakai dan bisa berfungsi kembali[12].

Berdasarkan penjelasan diatas, baterai sebagai media penyimpanan energi menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan, oleh karena itu pada tugas akhir ini dilakukan suatu perencanaan rekondisi baterai dengan melakukan penggantian material dasar yang kemudian dilakukan pengujian terhadap tegangan baterai untuk memperoleh efisiensi baterai dan mengetahui kapasitas baterai setelah dilakukan rekondisi, maka penulis mengambil judul “ANALISIS REKONDISI BATERAI LEAD ACID BERKAPASITAS 40 AH UNTUK MOBIL BENSIN”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Kondisi baterai seperti apa yang bisa dilakukan rekondisi?
2. Bagaimana proses rekondisi baterai lead acid berkapasitas 40 AH dilakukan?
3. Bagaimana cara menghitung efisiensi pada baterai lead acid?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Melakukan rekondisi baterai 40 AH untuk mobil bensin.
2. Mengecek tegangan dan arus pada baterai serta melakukan uji coba perbandingan kinerja baterai rekondisi dan baru.
3. Melakukan perhitungan dan menganalisa kapasitas charging dan discharging pada baterai untuk memperoleh efisiensinya.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada baterai jenis lead-acid dengan kapasitas 40 Ah yang digunakan pada mobil bensin dan bukan mobil diesel
2. Proses rekondisi yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi metode penggantian material dasar, pengisian ulang elektrolit, dan pengisian daya menggunakan arus listrik tertentu. Proses lain yang tidak berhubungan dengan perbaikan performa baterai tidak dibahas.
3. Pengujian dilakukan dengan discharging menggunakan beban 5 buah lampu DC 12 watt, dengan arus discharging di bawah 1 ampere.

4. Baterai yang digunakan pada rekondisi ini hanya baterai yang kondisinya kerusakannya ringan seperti rusak elektrodanya dan elektrolit.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan dalam penelitian ini ialah:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang berhubungan dengan penelitian, seperti cara pengukuran dan perhitungan, adapun teori tersebut mengenai baterai, rekondisi baterai dan charging discharging.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tempat, waktu, serta peralatan dan prosedur yang digunakan untuk pengenalan, pengumpulan dan juga pengolahan data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang analisa penelitian dan pembahasan mengenai hasil penelitian yang sudah dilakukan.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran atas hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sofijan, "The Solar Renewable Energy System Study with A Capacity of 1300 W Utilizing Polycrystalline Photovoltaic," *J. Mech. Sci. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 005–011, 2020, doi: 10.36706/jmse.v6i1.29.
- [2] W. A. Pradana *et al.*, "Sistem Portable Hybrid On-Grid PV-PLN-Generator Teraplikasi Di Desa Pemulutan Wirawan," vol. 6, no. 2, pp. 41–46, 2022.
- [3] E. Rakhimov, D. Khoshimov, S. Sulonov, and F. Jamoldinov, "Battery technologies : Exploring different types of batteries for energy storage," vol. 05034, 2024.
- [4] M. H. Baktiyar, A. Adiningrum, F. Septianingsih, and B. Poerwadi, "Pemanfaatan Methylene Blue Dan Kulit Pisang Sebagai Komponen RFB (Redox Flow Battery)," vol. 5, no. 1, pp. 10–16, 2021.
- [5] S. Kitaronka, "LEAD-AC ID BATTERY," no. January, 2022, doi: 10.6084/m9.figshare.19115057.
- [6] F. Fathulla, "Results of Regenerating Lead-Acid Batteries : A Case Study in Iraq," no. December, pp. 0–13, 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.12776.65282.
- [7] R. K. and P. 'Zabi 'nski Daniel Malecha, Stanisław Małcki, Piotr Jarosz, "Recovery of Pure Lead-Tin Alloy from Recycling Spent," 2023.
- [8] N. Aghamirzaie *et al.*, "Research on the application technology of lead acid batteries for mining electric vehicles Research on the application technology of lead acid batteries for mining electric vehicles," 2024, doi: 10.1088/1742-6596/2683/1/012032.
- [9] P. Bař and P. Van, "Heat Effects during the Operation of Lead-Acid Batteries," 2024.
- [10] D. E. O. Juanico, "Revitalizing lead-acid battery technology : a comprehensive review on material and operation-based interventions with a novel sound-assisted charging method," no. January, pp. 1–19, 2024, doi: 10.3389/fbael.2023.1268412.
- [11] B. Santoso, M. Ammarullah, S. Haryati, A. Sofijan, and M. D. Bustan, "Power and Energy Optimization of Carbon Based Lithium-Ion Battery

from Water Spinach (*Ipomoea Aquatica*),” *J. Ecol. Eng.*, vol. 24, no. 3, pp. 213–223, 2023, doi: 10.12911/22998993/158564.

- [12] B. Rudiyanto, R. E. Rachmanita, and A. Budiprasojo, *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya*. 2023. [Online]. Available: [https://sipora.polije.ac.id/27973/2/ebook panel surya.pdf](https://sipora.polije.ac.id/27973/2/ebook%20panel%20surya.pdf)
- [13] R. L. Oliveri, M. G. Insinga, S. Pisana, B. Patella, G. Aiello, and R. Inguanta, “applied sciences High-Performance Lead-Acid Batteries Enabled by Pb and PbO₂ Nanostructured Electrodes : Effect of Operating Temperature,” 2021.
- [14] J. Hasil *et al.*, “PEMBUATAN BIO-BATERAI DENGAN MEMVARIASIKAN ELEKTRODA BERBAHAN DASAR SARI BUAH TOMAT (*SOLANUM LYCOPERSICUM*),” pp. 59–64, 2022.
- [15] T. J. Saputra, U. M. Fadli, J. Fisika, and U. B. Lamongan, “ANALISIS KONDUKTIVITAS LISTRIK PADA KITOSAN DARI LIMBAH RAJUNGAN DI PACIRAN SEBAGAI BAHAN ELEKTROLIT PADA BIO-BATERAI,” vol. 02, no. 01, pp. 19–25, 2023.
- [16] A. Sofijan, Z. Nawawi, D. Yuniarti, S. Dwijayanti, M. A, and M. Ponandar, “Solar Renewable Energy System Menggunakan Metode On-Grid Switching Pada Desa Binaan Unsri Ulak Kembahang 2 Ogan Ilir,” vol. 3, no. 1, pp. 16–19, 2021.
- [17] L. Di, P. Dengan, and M. Sel, “Kelayakan potensi sumber daya energi terbarukan sebagai solusi keterbatasan daya listrik di pedesaan dengan metode sel surya,” pp. 279–288, 2023, doi: 10.57254/ijtl.v1i3.38.
- [18] E. E. Uzowuru, A. C. Ohajianya, and E. Mbamala, “LEAD-ACID BATTERY CONSTRUCTION USING LOCALLY SOURCED RECYCLED LEAD-ACID BATTERY CONSTRUCTION USING LOCALLY SOURCED RECYCLED MATERIALS,” no. October, 2022.
- [19] C. Matahari, D. I. Desa, and U. Kembahang, “TERMINAL PENGISIAN BAHAN BAKAR LISTRIK MEMANFAATKAN POTENSI,” pp. 1–5, 2022.
- [20] D. Lufhfl and Bagus Wahyudi2, “Elektroda adalah: Pengertian dan Penggunaan Elektroda,” 2023. [Online]. Available:

<https://apacontoh.com/sains/pengertian-elektroda-dan-penggunaan-elektroda.html>

- [21] S. E. Pranata and Y. S. Tjahjaningsih, “Analisis Perbandingan Nilai Ekonomis Mobil Listrik dan Mobil Konvensional Dengan Pendekatan Total Cost of Ownership (TCO),” vol. 2, no. 2, pp. 22–33, 2023.
- [22] I. Afandi, R. Hidayat, and A. Bangsa, “Analisis Pengujian Kapasitas Baterai 110 Volt Group 2 (Sistem 500 kV) GITET Mandirancan,” vol. 10, no. 2, pp. 35–40, 2021.
- [23] P. Somasundaram, C. Jegadheesan, A. Pal, C. Vivekanandhan, S. Suganth, and R. Vikaash, “Materials Today : Proceedings Effect of ambient pressure on charging and discharging characteristics of lead acid battery,” *Mater. Today Proc.*, vol. 64, pp. 888–894, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.05.401.
- [24] S. M. Mafturoh, “Characteristics of LiFePo₄ and Li-Ion Batteries during the Process of Charging and Discharging for Recommendation Solar Power Energy Storage,” vol. 07, no. 01, pp. 18–24, 2023.
- [25] M.S.Samhan, *TEKNOLOGI BATERAI*. Yogyakarta : Issuu, 2018.
- [26] M. Z. Aisyi, “Analisis Hasil Pengujian Kapasitas Baterai 110 VDC yang Sudah Berumur Lebih dari 10 Tahun pada Gardu Induk 150 KV Manisrejo Kota Madiun MUHAMMAD ZHAFRAN AISYI, Ir. Sri Lestari, M.T.,” vol. 5, no. 02, pp. 150–151, 2024.
- [27] R. F. Rizal and H. D. Atmaja, “Analisis Chekup Pemeliharaan Batteray Capacity Test (BCT) 110 VDC Di PT . PLN (Persero) Gardu Induk 150 KV Jatigedong Jombang,” vol. 3, no. 2, 2022.
- [28] M. R. Agsa and A. Fatoni, “Estimasi State of Charge Baterai dengan Kalman Filter untuk Energy Management System,” vol. 12, no. 2, 2023.
- [29] I. Nurhadi, “Feasibility Analysis of 110 VDC Battery in Supplying Loading (Case Study of 150 kV Perawang Substation) Analisis Kelayakan Battery 110 VDC Dalam Mengsuplai Pembebanan (Studi Kasus Gardu Induk Perawang 150 kV),” vol. 2, pp. 29–38, 2022.
- [30] M. Ghufron, C. A. Perwita, L. Gobay, R. Ramadhan, and K. B. Pranata, “Studi Kelajuan Elektrolit Terhadap Kapasitas Baterai Dinamis Asam Timbal Sel Tunggal,” pp. 148–156, 2025.

- [31] A. P. Baterai, "Analisis Penggunaan Baterai Lead Acid dan Lithium Ion dengan Sumber Solar Panel," vol. 11, no. 2, pp. 392–407, 2023.
- [32] H. Alwani, A. Sofijan, M. Suparlan, and ..., "Energi Terbarukan Menggunakan Aplikasi Plts Di Desa Kerinjing Kabupaten Ogan Ilir," ... *Eng. ...*, no. November, pp. 18–19, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/avoer/article/download/80/72>
- [33] R. Rasmawan, "Pengembangan Aplikasi E-Book Elektrokimia Berbasis Android Untuk Menumbuhkan Self-Directed Learning Mahasiswa Pendahuluan," vol. 9, no. 3, pp. 346–362, 2021, doi: 10.24815/jpsi.v9i3.20072.
- [34] S. U. M. Beladona, F. Purwanto, and E. R. Simanjuntak, "Sifat Perovskit sebagai Material Elektroda untuk Baterai Lithium-Ion (LIB): Review," vol. 01, no. 01, pp. 13–21, 2022.
- [35] T. Sutikno, "Desain Alat Ukur Kuat Medan Listrik dengan Sensor Elektroda Kapasitif dan Metode Kalibrasi Regresi Linier," no. April 2024, pp. 213–232.
- [36] M. A. Ubaidi, N. L. Basymeleh, and I. Utami, "PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP ANODA TUMBAL DALAM MENGENDALIKAN LAJU KOROSI BAJA AISI 1045 TEMPERATURE EFFECT ON ANODE PERFORMANCE IN CONTROLLING THE CORROSION RATE OF AISI 1045 STEEL," 2022.
- [37] L. Zulkanzi, M. Arifin, M. Riza, J. T. Kimia, F. Teknik, and U. Syiah, "Pemanfaatan Limbah Cair Kopi Sebagai Elektrolit Pada Aki Gel (Accumulator)," vol. 3, no. 2, 2022.
- [38] M. Lela and E. Jayanti, "ORBITAL : JURNAL PENDIDIKAN KIMIA," vol. 7, pp. 11–24, 2023.
- [39] K. A. Adelia and A. Haetami, "Efektivitas Metode Praktikum Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Siswa menerapkan metode ilmiah melalui pengamatan secara langsung dan tidak pembelajaran yang mampu membantu siswa dalam proses belajar mengajar yaitu dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing Model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan

semangat siswa dalam proses pembelajaran . Ditunjukkan dari keaktifan,”
vol. 8, no. 1, pp. 35–46, 2023.

- [40] I. D. Fahruri, “PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI Program Studi Teknik Metalurgi , Institut Teknologi dan Sains Bandung,” 2021.
- [41] N. S. Putri, A. Rahim, O. Patiung, M. Menasye, and T. Afasedanja, “Pengujian X-Ray Fluorescence Terhadap Kandungan Mineral Logam Pada Endapan Sedimen di Sungai Amamapare Kabupaten Mimika , Papua Tengah,” vol. 04, no. 1, pp. 6–10, 2023.