

**ANALISIS UJI KEMAMPUAN *PULSE REPAIR BATTERY*
CHARGER PADA AKUMULATOR 12 VOLT**

SKRIPSI

OLEH:

LANDONG SILABAN

18.812.0066



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 26/5/26

Access From (repository.uma.ac.id)26/5/26

**ANALISIS UJI KEMAMPUAN *PULSE REPAIR BATTERY*
CHARGER PADA AKUMULATOR 12 VOLT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

LANDONG SILABAN

18.812.0066

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 26/5/26

Access From (repository.uma.ac.id)26/5/26

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Uji Kemampuan *Pulse Repair Battery Charger* Pada
Akumulator 12 Volt

Nama : Landong Silaban

NPM : 18.812.0066

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

Moranain Mungkin, ST, M.Si
Pembimbing



Supriatno, ST, MT
Dekan



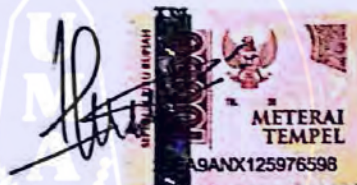
Habib Satria, MT, IPM
Ka.Prodi

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bantuan orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 31 Oktober 2025



Landong Silaban
NPM. 18.812.0066

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Landong Silaban
NPM : 18.812.0066
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Analisis Uji Kemampuan *Pulse Repair Battery Charger* Pada Akumulator 12 Volt”**.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medang, 1 Oktober 2025
Yang menyatakan



(Landong Silaban)

ABSTRAK

Baterai timbal-asam, umum pada kendaraan, membutuhkan perawatan yang baik untuk mencegah penurunan kinerja akibat sulfatasi, yaitu penumpukan kristal timbal sulfat yang mengurangi kapasitas baterai. *Pulse repair battery charger* dikembangkan sebagai solusi dengan mengirimkan pulsa listrik pada frekuensi tertentu untuk memecah kristal timbal sulfat, mengembalikan kapasitas, serta memperpanjang umur pakai baterai. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas *pulse repair battery charger* pada baterai 12 volt, khususnya dalam meningkatkan kapasitas dan performa dibanding metode pengisian tradisional. Penelitian ini mencakup eksperimen langsung dengan pengukuran daya menggunakan alat ukur terkalibrasi untuk memastikan keakuratan hasil. Pengujian dilakukan dengan pengisian baterai dan evaluasi performa menggunakan beban lampu, yang memungkinkan pengamatan arus dan tegangan dalam penggunaan nyata. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan, dari tegangan awal 10,7V/0Ah menjadi 13,5V/3,6Ah setelah pengisian selama 60 menit. Keberhasilan ini diindikasikan oleh nyala lampu yang sebelumnya tidak menyala, menunjukkan pemulihan kinerja baterai. Rekomendasi mencakup pemantauan kondisi baterai secara berkala dan uji coba tambahan dengan variasi kondisi untuk memperoleh data yang lebih lengkap, sehingga dapat memperkuat pemahaman manfaat dan keterbatasan *pulse repair* dalam perawatan baterai 12 volt.

Kata Kunci: *Pulse Repair Battery Charge*, Sulfatasi, Kapasitas Baterai.

ABSTRACT

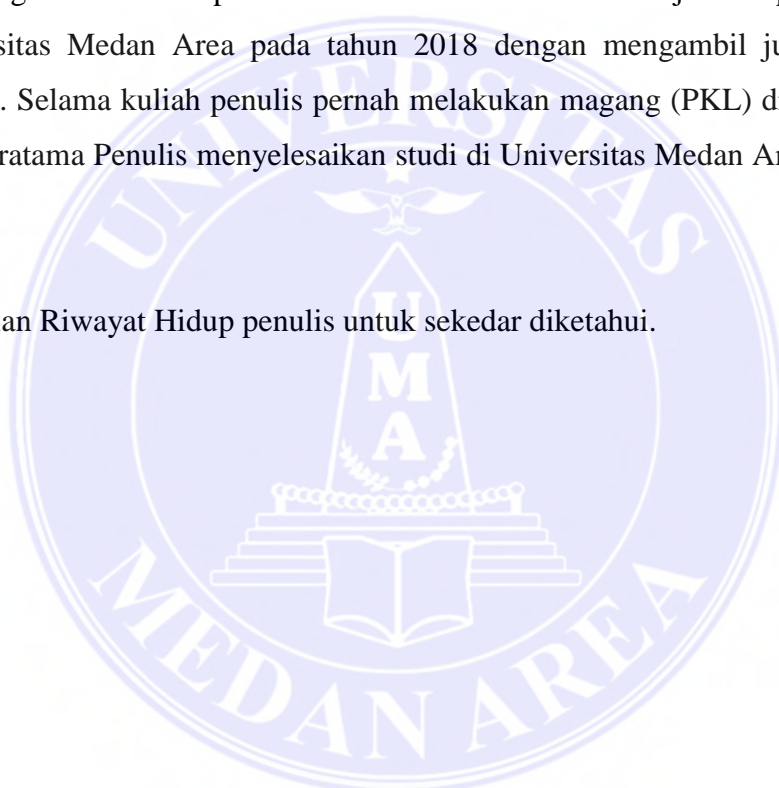
Lead-acid batteries, commonly used in vehicles, require proper maintenance to prevent performance degradation due to sulfation, which is the accumulation of lead sulfate crystals that reduces battery capacity. The pulse repair battery charger was developed as a solution by delivering electric pulses at specific frequencies to break down lead sulfate crystals, restoring capacity and extending battery life. This study aims to analyze the effectiveness of the pulse repair battery charger on a 12-volt battery, particularly in enhancing capacity and performance compared to traditional charging methods. This research includes direct experimentation with calibrated measurement tools to ensure accurate results. Testing involves battery charging and performance evaluation using a lamp load, allowing observation of current and voltage in real use. The results indicate a significant improvement, with an increase in voltage from an initial 10.7V/0Ah to 13.5V/3.6Ah after 60 minutes of charging. Success is indicated by the lamp lighting up, which was previously off, showing battery performance recovery. Recommendations include periodic monitoring of battery conditions and additional trials with varying conditions to gather more comprehensive data, thereby strengthening the understanding of the benefits and limitations of pulse repair technology in 12-volt battery maintenance.

Keywords: *Pulse Repair Battery Charger, Sulfation, Battery Capacity.*

RIWAYAT HIDUP

Landong Silaban lahir pada tanggal 9 juli 2000 di kota sibolga, Kecamatan tapian nauli, Kabupaten Tapteng Lahir dari pasangan Bapak Hubertus hotma silaban dan Ibu Tilaura hutagalung, yang merupakan anak ke tiga dari tiga bersaudara. Memulai pendidikan formal mulai tahun 2006 di SD 155675 Tap.III C dan lulus pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Swasta Fatima 1 Sibolga dan lulus pada tahun 2015 Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA N 1 Sibolga dan lulus pada tahun 2018. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Medan Area pada tahun 2018 dengan mengambil jurusan Teknik Elektro. Selama kuliah penulis pernah melakukan magang (PKL) di CV. Mustika Fajar Pratama Penulis menyelesaikan studi di Universitas Medan Area pada tahun 2025.

Demikian Riwayat Hidup penulis untuk sekedar diketahui.



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan Kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunianya sehingga Tugas Akhir ini telah berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah rancang bangun teknologi dengan judul “**Analisis Uji Kemampuan *Pulse Repair Battery Charger* Pada Akumulator 12 Volt**”.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa material, moral dan spritual, Selayaknya penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya yang telah memberikan perhatian dan kasih sayang yang luar biasa dalam mendukung saya untuk menempuh pendidikan. Secara khusus Ibu tercinta yang selalu mendukung dari saya kecil hingga sampai di fase ini.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, MT, IPM, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.
5. Bapak Moranain Mungkin, ST, M.Si, Selaku Dosen Pembimbing untuk Tugas Akhir ini yang memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir Ini.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Staff pegawai civitas akademis Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. Serta Seluruh teman seperjuangan angkatan stambuk 2018 Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

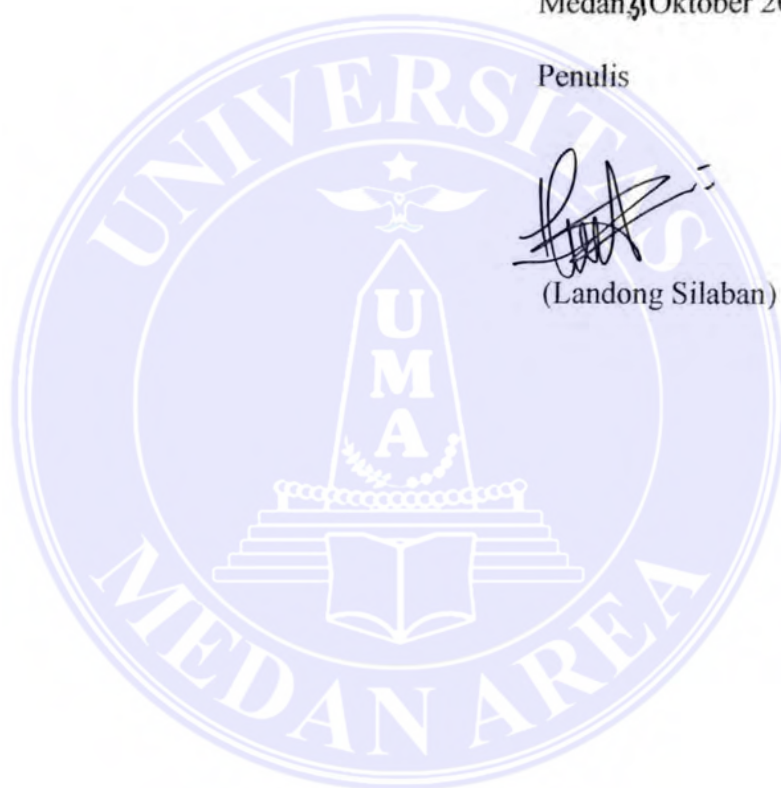
Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan oleh karena itu kritikan dan juga saran yang bersifat membangun sangatlah penulis harapkan demi menunjang kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis juga berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun kepada masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Medan, 31 Oktober 2025

Penulis



(Landong Silaban)



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB II TEORI PENUNJANG	7
2.1 Baterai	7
2.1.1 Baterai Lead-Acid pada Sepeda Motor	10
2.1.2 Pemeliharaan Baterai Lead-Acid	11

2.1.3	Efisiensi Pengisian Baterai Lead-Acid	12
2.2	Reaksi Kimia pada Baterai.....	13
2.3	Aki Kendaraan	14
2.4	<i>Pulse Repair Battery Charger</i>	15
2.5	Prinsip Kerja Pulse Repair Battery Charger	16
2.6	Multimeter.....	26
2.7	Jenis Multimeter.....	20
2.8	Pengisian Baterai dengan Pulse Repair Battery Charger	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.1.1	Tempat Penelitian.....	22
3.1.2	Waktu Penelitian	22
3.2	Metoda Penelitian.....	23
3.3	Alat dan Bahan	26
3.4	Model dan Tata Letak Alat	26
3.5	Blok Diagram Alat	28
3.6	Rangkaian Instalasi Alat Penelitian	30
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS		36
4.1	Pengukuran Kondisi Awal Baterai Sebelum PRBC	36
4.2	Pengujian Baterai Menggunakan Beban Lampu.....	36
4.3	Pengujian Baterai Menggunakan PRBC	38
4.4	Pengujian Baterai dengan Beban Lampu Pasca PRBC.....	42

BAB IV PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
 DAFTAR PUSTAKA	 45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Baterai AKI	8
Gambar 2.2	Elektroda Baterai dengan Kristal Sulfat yang Terbentuk	11
Gambar 2.3	Bentuk Fisik Pulse Repair Battery Charger	15
Gambar 2.4	Bentuk Fisik Multimeter	18
Gambar 3.1	Flowchart Kerangka Berfikir Penelitian	25
Gambar 3.2	Desain Alat Uji Analisis Kemampuan PRBC	27
Gambar 3.3	Blok Diagram Alat Penelitian	28
Gambar 3.4	Rangkaian Pengukuran Baterai dengan Multimeter	30
Gambar 3.5	Rangkaian Charging Sekaligus Repair Baterai	32
Gambar 3.6	Keterangan LCD Display	33
Gambar 3.7	Keterangan Charger Modes	34
Gambar 4.1	Hasil Pengukuran Kondisi Awal Baterai Sebelum PRBC	35
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Baterai Menggunakan Beban Lampu	37
Gambar 4.3	Instalasi PRBC terhadap Baterai	43
Gambar 4.4	Mode Charger Baterai Kondisi Repair	39
Gambar 4.5	Kondisi Baterai Full Charging	39
Gambar 4.6	Pengujian Baterai dengan Beban Lampu Pasca PRBC	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan Penelitian	22
Tabel 3.2	Daftar Alat dan Bahan	26
Tabel 4.1	Hasil Proses Charging dan Repair Baterai dengan PRBC	40



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Baterai merupakan komponen penting dalam berbagai perangkat elektronik dan kendaraan bermotor (Islam et al., 2023). Salah satu jenis baterai yang umum digunakan adalah baterai timbal-asam (*lead-acid battery*) yang biasanya ditemukan pada kendaraan bermotor (Bachtiar et al., 2022). Baterai ini memerlukan perawatan yang baik agar dapat berfungsi optimal dan memiliki umur panjang. Salah satu masalah umum yang dihadapi oleh baterai timbal-asam adalah sulfatasi, yaitu pembentukan kristal timbal sulfat pada pelat baterai, yang dapat mengurangi kapasitas dan kinerja baterai (Spanos et al., 2016).

Untuk mengatasi masalah ini, teknologi pengisian baterai dengan metode pulse repair (perbaikan pulsa) telah dikembangkan. Pulse repair battery charger (pengisi daya baterai dengan perbaikan pulsa) bekerja dengan mengirimkan pulsa-pulsa listrik pada frekuensi tertentu untuk memecah kristal timbal sulfat, sehingga dapat mengembalikan kapasitas dan kinerja baterai yang menurun. Teknologi ini dianggap lebih efektif dibandingkan dengan pengisian daya konvensional, terutama dalam memperpanjang umur baterai dan meningkatkan efisiensi pengisian daya (Kwak et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *pulse repair battery charger* pada akumulator 12 volt. Analisis ini penting untuk memahami sejauh mana teknologi ini dapat mengembalikan kinerja baterai yang telah mengalami penurunan akibat sulfatasi, serta untuk mengevaluasi efektivitasnya

dibandingkan dengan metode pengisian daya tradisional. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam pemeliharaan dan perawatan baterai timbal-asam, serta membantu dalam pengembangan teknologi pengisian daya yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Aspek-aspek yang akan dianalisis meliputi perubahan kapasitas baterai sebelum dan setelah penggunaan pulse repair battery charger, waktu yang dibutuhkan untuk proses perbaikan, serta faktor-faktor lain yang mempengaruhi kinerja pengisian daya. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai manfaat dan keterbatasan penggunaan teknologi pulse repair dalam perawatan baterai 12 volt.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas penggunaan *pulse repair battery charger* terhadap peningkatan kinerja akumulator 12 volt?
2. Sejauh mana *pulse repair battery charger* mampu memperpanjang umur pakai akumulator 12 volt?
3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi *efektivitas pulse repair battery charger* pada akumulator 12 volt?

1.3. Batasan Masalah

1. Jenis Akumulator :

Penelitian ini dibatasi pada akumulator 12 volt tipe lead-acid. Jenis akumulator lain seperti gel, AGM, atau lithium tidak termasuk dalam lingkup penelitian ini.

2. Parameter Uji :

Fokus pada parameter teknis yang meliputi tegangan, arus, kapasitas, dan tingkat sulfatasi akumulator. Parameter lain seperti efek lingkungan eksternal atau variasi suhu tidak menjadi fokus utama.

3. Kondisi Awal Akumulator :

Penelitian akan dibatasi pada akumulator yang telah mengalami penurunan performa atau sulfatasi ringan hingga sedang. Akumulator yang mengalami kerusakan berat atau tidak dapat diperbaiki tidak akan termasuk dalam uji coba.

4. Metode Pengisian :

Penggunaan *pulse repair battery charger* dengan metode tertentu akan diterapkan, dan pengisian menggunakan *charger* konvensional tidak akan dibahas.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menilai efektivitas penggunaan *Pulse Repair Battery Charger*: Tujuan ini berfokus pada mengukur dan mengevaluasi seberapa efektif *pulse repair*

battery charger dalam meningkatkan kinerja akumulator 12 volt, termasuk peningkatan kapasitas, tegangan, dan arus yang dihasilkan.

2. Menentukan sejauh mana *Pulse Repair Battery Charger* memperpanjang umur pakai akumulator: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan seberapa besar penggunaan *pulse repair battery charger* dapat memperpanjang umur pakai akumulator 12 volt, dengan mempertimbangkan kondisi awal akumulator dan hasil yang diperoleh setelah penggunaan *charger*.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas *Pulse Repair Battery Charger*: Tujuan ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor teknis dan lingkungan yang mempengaruhi efektivitas *pulse repair battery charger* pada akumulator 12 volt, seperti kondisi awal akumulator, parameter pengisian, dan jenis akumulator.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Peningkatan Kinerja Akumulator: Pengguna dapat memaksimalkan performa akumulator 12volt mereka, sehingga perangkat yang menggunakan akumulator tersebut dapat beroperasi lebih efisien dan andal.
2. Penghematan Biaya: Dengan meningkatkan efektivitas pengisian daya, pengguna dapat mengurangi frekuensi penggantian akumulator, yang pada akhirnya mengurangi biaya operasional dan perawatan.

3. Sebagai Identifikasi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Efektivitas yang meliputi :
 - a. Optimisasi Penggunaan: Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas *charger* memungkinkan pengguna untuk mengoptimalkan kondisi dan parameter pengisian untuk mendapatkan hasil terbaik.
 - b. Pengembangan Teknologi: Informasi ini juga bermanfaat bagi produsen *charger* untuk meningkatkan desain dan teknologi *pulse repair battery charger* agar lebih efektif dan efisien.
 - c. Edukasi Pengguna: Pengguna akan lebih memahami cara merawat dan menggunakan akumulator serta *charger* dengan benar, sehingga dapat mencegah kerusakan dini dan meningkatkan kinerja keseluruhan.

1.6. Sistematika Pembahasan

Adapun urutan yang akan dibahas dalam penyusunan laporan Skripsi ini adalah diungkapkan dalam bentuk narasi singkat masing-masing bab yaitu sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat hasil penelitian dan sistematika pembahasan.

Bab II Teori Penunjang

Menjelaskan tentang sejumlah teori dasar yang relevan terkait alat dan bahan yang terlibat dalam konstruksi alat uji penelitian.

Bab III Metoda Penelitian

Menjelaskan seputar metoda atau teknik penyelesaian masalah yang digunakan secara sistematis dalam penelitian.

Bab IV Pengujian dan Analisa

Menjelaskan seputar langkah pengujian yang dilakukan pada alat uji serta menguraikan sejumlah analisis dari hasil pengujian.

Bab V Penutup

Menguraikan sejumlah kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta memberikan saran yang membangun untuk pengembangan serta revisi selanjutnya.



BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1. Baterai

Baterai merupakan sel elektrokimia atau sel Volta yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai berdasarkan jenis larutan elektrolitnya digolongkan sebagai baterai basah contohnya *accumulator* (aki) dan baterai kering contohnya batu baterai (Hamida & Munasir, 2023).

Aki basah banyak digunakan oleh mobil dan motor. Salah satu ciri dari aki jenis ini adalah adanya lubang-lubang tempat pengisian air aki. Keunggulan dari aki basah yakni harganya terjangkau, sedangkan kelemahannya adalah tingkat penguapannya tinggi. Oleh karena itu kendaraan yang menggunakan jenis aki basah harus rutin memeriksa ketinggian permukaan air aki. Air suling dapat digunakan untuk menambah cairan pada aki. Kondisi permukaan air yang berada di bawah garis *lower* serta salah menuangkan cairan ketika menambah cairan aki (seperti air sumur, air ledeng) membuat aki cepat rusak. Baterai yang digunakan pada sepeda motor bebek biasanya mempunyai tegangan 12 volt dan arus 5 Ah. Pada kondisi normal (sistem pengisian kendaraan normal) tidak ada penguapan karena gas yang timbul diserap oleh platnegatif, apabila kondisi sistem pengisian tidak normal dan sering terjadi *over charging* akan ada penguapan dan akan mengakibatkan baterai jadi rusak. Pada kondisi normal umur baterai bisa mencapai 2 – 3 tahun dengan catatan pemakaian beban listrik tidak berlebih dan setiap hari minimal ada

pengisian, karena baterai bisa *drop* tegangan apabila tidak ada pengisian berhari-hari (Mungkin & Tanjung, 2019).



Gambar 2.1: Baterai AKI

(Sumber: <https://www.astramotor.co.id/perbedaan-aki-motor-basah-dan-kering-pada-motor/>)

Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (*DC*) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer yakni elemen kering dan elemen sekunder yakni elemen basah. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (katoda) ke elektroda positif (anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (*dry cells*) (Mungkin & Tanjung, 2019).

Allesandro Volta, seorang ilmuwan fisika mengetahui, gaya gerak listrik (*ggl*) dapat dibangkitkan dua logam yang berbeda dan dipisahkan larutan elektrolit. Volta mendapatkan pasangan logam tembaga (*Cu*) dan seng (*Zn*) dapat

membangkitkan ggl yang lebih besar dibandingkan pasangan logam lainnya (kelak disebut elemen Volta). Hal ini menjadi prinsip dasar bagi pembuatan dan penggunaan elemen sekunder. Elemen sekunder harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik melaluinya (secara umum dikenal dengan istilah 'disetrum'). Akan tetapi, tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali. Elemen sekunder ini lebih dikenal dengan aki. Dalam sebuah aki berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel* yaitu di dalam aki, saat dipakai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (*discharging*). Sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (*charging*) (Hamida & Munasir, 2023)

Jenis aki yang umum digunakan adalah *accumulator* timbal (Pb). Secara fisik aki ini terdiri dari dua kumpulan pelat yang dimasukkan pada larutan asam sulfat encer (H_2SO_4). Larutan elektrolit itu ditempatkan pada wadah atau bejana aki yang terbuat dari bahan ebonit atau gelas. Kedua belah pelat terbuat dari timbal (Pb), dan ketika pertama kali dimuati maka akan terbentuk lapisan timbal dioksida (PbO_2) pada pelat positif. Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dibuat untuk tidak saling menyentuh dengan adanya lapisan pemisah yang berfungsi sebagai isolator (bahan penyekat). Proses kimia yang terjadi pada aki dapat dibagi menjadi dua bagian penting, yaitu selama digunakan dan dimuati kembali atau disetrum (Putri et al., 2020)

2.1.1. Baterai *Lead-Acid* pada Sepeda Motor

Baterai lead-acid adalah jenis baterai isi ulang yang umum digunakan pada sepeda motor, mobil, dan beberapa peralatan listrik lainnya. Struktur baterai terdiri dari dua elektroda utama: anoda (timah) dan katoda (timbal oksida), dengan elektrolit berupa larutan asam sulfat. Baterai ini berfungsi untuk menyuplai daya ke sistem starter, pencahayaan, dan aksesoris lainnya pada sepeda motor.

Prinsip Kerja Baterai Lead-Acid adalah dapat dimengerti melalui penjabaran berikut:

1. **Reaksi Kimia Dasar:** Proses pengisian dan pengosongan baterai lead-acid melibatkan reaksi kimia antara timbal (Pb), timbal dioksida (PbO₂), dan asam sulfat (H₂SO₄).
2. **Reaksi Pengisian:**
Anoda: $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
Katoda: $\text{PbSO}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Pb} + \text{HSO}_4$
3. **Reaksi Pengosongan:** Kebalikan dari reaksi di atas saat baterai digunakan.
4. **Siklus Hidup:** Baterai lead-acid biasanya memiliki siklus hidup sekitar 300-500 kali pengisian-pengosongan.

Jenis-jenis baterai *lead-acid* pada sepeda motor:

1. Baterai Flooded (Basah): Mengandung cairan elektrolit asam sulfat yang dapat diperiksa dan diisi ulang.
2. Baterai Gel: Elektrolitnya berbentuk gel, tidak perlu perawatan, dan lebih aman dari kebocoran.

3. AGM (Absorbent Glass Mat): Elektrolit diserap dalam lembaran serat kaca, tahan getaran, tidak bocor, dan lebih efisien dibandingkan tipe basah.

2.1.2. Pemeliharaan Baterai *Lead-Acid*

Beberapa cara bagaimana bentuk pemeliharaan baterai *Lead-Acid* yaitu pengecekan level elektrolit yakni dengan memastikan level cairan elektrolit selalu cukup untuk menghindari kerusakan sel. Kemudian melakukan pengisian rutin yakni melakukan pengisian ulang baterai perlu dilakukan secara berkala, terutama jika sepeda motor jarang digunakan. Selanjutnya pembersihan terminal yaitu menghindari korosi pada terminal dengan membersihkannya secara rutin. Serta yang terakhir adalah penggunaan *charger pulse repair* yakni dengan menggunakan *pulse repair battery charger* dapat membantu menghilangkan kristal sulfat yang terbentuk pada pelat timbal. Berikut adalah Gambar 2.2 yang menampilkan bentuk fisik baterai yang telah terbentuk kristal sulfat pada elektrodanya:



Gambar 2.2: Elektroda Baterai dengan Kristal Sulfat yang Terbentuk
(Sumber: <https://fastnlow.net/cara-mudah-mengatasi-korosi-pada-terminal-aki/>)

2.1.3. Efisiensi Pengisian Baterai *Lead-Acid*

Efisiensi pengisian baterai *lead-acid* pada umumnya berkisar antara 70% hingga 85%. Artinya, tidak semua energi yang disalurkan ke baterai akan disimpan sebagai energi listrik; sebagian akan hilang sebagai panas akibat resistansi internal dan reaksi kimia di dalam baterai. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi pengisian baterai *lead-acid*:

1. Kondisi Baterai: Baterai yang mengalami sulfatasi biasanya memiliki efisiensi yang lebih rendah.
2. Arus Pengisian: Pengisian dengan arus yang terlalu tinggi akan menyebabkan lebih banyak energi yang hilang sebagai panas, menurunkan efisiensi.
3. Teknologi *Charger*: *Charger* cerdas atau pulse repair charger dapat meningkatkan efisiensi pengisian dengan mengurangi sulfatasi dan meningkatkan penerimaan arus pada pelat baterai.

Pada baterai yang sehat dan dengan penggunaan charger yang tepat, efisiensi bisa mencapai sekitar 85%. Efisiensi pengisian pada baterai *lead-acid* mengacu pada **persentase energi listrik yang disimpan dalam baterai dibandingkan dengan total energi yang disuplai selama proses pengisian**. Dengan kata lain, ini adalah perbandingan antara energi yang diterima dan dapat digunakan dari baterai setelah pengisian dengan energi yang dikonsumsi dari charger. Secara matematis, efisiensi pengisian dapat dirumuskan sebagai:

$$\text{Efisiensi Pengisian} = \left(\frac{\text{Energi yang Disimpan dalam Baterai}}{\text{Energi yang Diberikan oleh Charger}} \right) \times 100\%$$

Dalam praktiknya, tidak semua energi yang diberikan charger tersimpan di dalam baterai; sebagian akan hilang sebagai panas atau dalam bentuk gas selama reaksi kimia, terutama pada baterai lead-acid yang berisi cairan. Kehilangan energi ini terjadi karena:

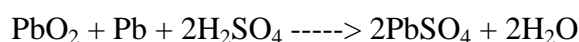
1. **Resistansi Internal Baterai:** Menyebabkan panas saat arus listrik mengalir melalui sel-sel baterai.
2. **Reaksi Kimia yang Tidak Efisien:** Reaksi pengisian menghasilkan gas hidrogen dan oksigen, terutama jika voltase pengisian melebihi ambang batas tertentu.
3. **Sulfatasi pada Pelat Baterai:** Baterai lead-acid yang mengalami sulfatasi (pembentukan kristal sulfat) memiliki efisiensi lebih rendah karena sulit menyerap arus pengisian.

Biasanya, efisiensi pengisian baterai lead-acid berkisar antara 70% hingga 85%.

2.2. Reaksi Kimia pada Baterai

Pada saat aki digunakan, tiap molekul asam sulfat (H_2SO_4) pecah menjadi dua ion hidrogen yang bermuatan positif ($2H^+$) dan ion sulfat yang bermuatan negatif (SO_4^-). Tiap ion SO_4^- yang berada dekat lempeng Pb akan bersatu dengan satu atom timbal murni (Pb) menjadi timbal sulfat ($PbSO_4$) sambil melepaskan dua elektron. Sedang sepasang ion hidrogen tadi akan ditarik lempeng timbal dioksida (PbO_2), mengambil dua elektron dan bersatu dengan satu atom oksigen membentuk molekul air (H_2O). Dari proses ini terjadi proses reaksi Redoks (reduksi dan oksidasi) yaitu pengambilan elektron dari timbal dioksida

(sehingga menjadi positif) dan memberikan elektron itu pada timbal murni (sehingga menjadi negatif), yang mengakibatkan adanya beda potensial listrik di antara dua kutub tersebut (Nasution, 2021). Proses tersebut terjadi secara simultan, reaksi secara kimianya dinyatakan sebagai berikut:



Di atas ditunjukkan terbentuknya timbal sulfat adalah selama penggunaan (*discharging*). Keadaan ini akan mengurangi reaktivitas dari cairan elektrolit karena asamnya menjadi lemah (encer), sehingga tegangan antara kutub sangat lemah untuk pemakaian praktis. Sementara proses kimia selama pengisian aki (*charging*) terjadi setelah aki melemah (tidak dapat memasok arus listrik pada saat kendaraan hendak dihidupkan. Kondisi aki dapat dikembalikan pada keadaan semula dengan memberikan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arus yang terjadi saat *discharging*. Pada proses ini, tiap molekul air terurai dan tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion SO_4 pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sedangkan ion oksigen yang bebas bersatu dengan tiap atom Pb pada lempeng positif membentuk PbO_2 . (Nasution, 2021).

2.3. Aki Kendaraan

Besar ggl yang dihasilkan satu sel aki adalah 2 Volt. Sebuah aki mobil terdiri dari enam buah aki yang disusun secara seri, sehingga ggl totalnya adalah 12 Volt. Accumulator mencatu arus untuk menyalakan mesin (motor dan mobil dengan menghidupkan dinamo stater) dan komponen listrik lain dalam mobil.

Pada saat mobil berjalan aki dimuati (diisi) kembali sebuah dinamo (disebut dinamo jalan) yang dijalankan dari putaran mesin mobil atau motor.

Pada aki kendaraan bermotor arus yang terdapat didalamnya dinamakan dengan kapasitas aki yang disebut Ampere-Hour/AH (Ampere-jam). Contohnya untuk aki dengan kapasitas arus 45 AH, maka aki tersebut dapat mencatu arus 45 Ampere selama 1 jam atau 1 Ampere selama 45 jam (Prasetyo & Saputro, 2018).

2.4. *Pulse Repair Battery Charger*

Pulse Repair Battery Charger adalah jenis pengisi daya baterai yang menggunakan teknologi pulsa untuk memperbaiki dan memperpanjang umur baterai. Teknologi ini terutama berguna untuk baterai timbal-asam yang sering mengalami masalah sulfatasi, yaitu pembentukan kristal timbal sulfat pada pelat baterai yang dapat mengurangi kapasitas dan umur baterai (Mursid, 2023).



Gambar 2.3: Bentuk Fisik *Pulse Repair Battery Charger*
(Sumber: <https://www.amazon.com/Intelligent-Overvoltage-Protection-Temperature-Monitoring/dp/B08119Y772>)

2.5. Prinsip Kerja *Pulse Repair Battery Charger*

Prinsip kerja dari alat ini adalah didasarkan pada pengiriman pulsa listrik berkekuatan tinggi namun berdurasi pendek ke baterai. Pulsa ini membantu menghancurkan dan melarutkan kristal timbal sulfat yang telah terbentuk pada pelat baterai, sehingga mengembalikan kapasitas baterai yang hilang dan meningkatkan kinerjanya (Edovidata, 2019).

Komponen Utama:

- a. **Sumber Daya:** Sumber listrik yang menyediakan daya untuk pengisian daya.
- b. **Pengatur Pulsa:** Sirkuit elektronik yang mengatur frekuensi dan durasi pulsa listrik yang dikirim ke baterai.
- c. **Monitor Baterai:** Sistem yang memantau kondisi baterai, termasuk tegangan, arus, dan suhu, untuk memastikan pengisian daya dilakukan dengan aman.

Proses Pengisian Daya:

- a. **Initial Charging:** Pada tahap awal, baterai diisi dengan arus konstan hingga mencapai tegangan tertentu.
- b. **Pulse Charging:** Setelah tahap awal, pulsa listrik berkekuatan tinggi dikirim ke baterai. Pulsa ini menghancurkan kristal timbal sulfat dan membantu memperbaiki struktur internal baterai.
- c. **Maintenance Charging:** Setelah baterai mencapai kapasitas penuh, pengisian daya beralih ke mode pemeliharaan di mana pulsa listrik kecil secara periodik dikirim untuk menjaga baterai tetap dalam kondisi optimal.

Keuntungan:

- a. **Perbaikan Sulfatasi:** Mengurangi atau menghilangkan kristal timbal sulfat yang mengganggu kinerja baterai.
- b. **Perpanjangan Umur Baterai:** Mengurangi kerusakan internal baterai dan memperpanjang umur pakainya.
- c. **Peningkatan Kapasitas:** Memulihkan kapasitas baterai yang hilang akibat sulfatasi.
- d. **Efisiensi Energi:** Mengisi daya baterai dengan lebih efisien dibandingkan dengan metode pengisian daya konvensional.

Pertimbangan Keselamatan:

- a. **Pengendalian Suhu:** Pastikan baterai tidak terlalu panas selama proses pengisian daya.
- b. **Pengawasan Tegangan dan Arus:** Monitor tegangan dan arus secara teratur untuk mencegah overcharging atau undercharging.
- c. **Penggunaan yang Tepat:** Gunakan Pulse Repair Battery Charger sesuai dengan petunjuk produsen untuk mencegah kerusakan pada baterai.

2.6. Multimeter

Multimeter adalah alat ukur elektronik yang mampu mengukur berbagai parameter listrik, seperti tegangan (volt), arus (ampere), dan resistansi (ohm).

Berikut adalah Gambar 2.4 yang menampilkan bentuk fisik dari multimeter.



Gambar 2.4: Bentuk Fisik Multimeter

(Sumber : <http://www.klikglodok.com/perkakas/alat-ukur-multitester/13606-sanwa-cd800a-multimeter-digital.html>)

A. Fungsi Multimeter

1. **Volt Meter:** Mengukur tegangan listrik dalam rangkaian. Dapat digunakan untuk mengukur tegangan AC (alternating current) dan DC (direct current).
2. **Ampere Meter:** Mengukur arus listrik yang mengalir dalam rangkaian. Seperti volt meter, ampere meter juga bisa digunakan untuk mengukur arus AC dan DC.
3. **Ohm Meter:** Mengukur resistansi atau hambatan dalam rangkaian.

B. Prinsip Kerja Multimeter

Multimeter bekerja berdasarkan prinsip bahwa alat ini dapat mengukur tiga parameter listrik utama melalui pengaturan atau seleksi mode pengukuran. Setiap mode pengukuran memiliki metode dan sirkuit internal yang berbeda untuk mendapatkan nilai yang diinginkan:

1. Pengukuran Tegangan (Voltage Measurement):

- a. Saat mengukur tegangan, multimeter dihubungkan secara paralel dengan komponen atau bagian rangkaian yang diukur.
- b. Multimeter memiliki impedansi yang sangat tinggi untuk memastikan bahwa arus yang mengalir melalui multimeter sangat kecil, sehingga tidak mengganggu tegangan yang diukur.

2. Pengukuran Arus (Current Measurement):

- a. Untuk mengukur arus, multimeter harus dihubungkan secara seri dengan komponen atau bagian rangkaian yang diukur.
- b. Multimeter memiliki impedansi yang sangat rendah dalam mode pengukuran arus untuk memungkinkan arus mengalir melalui alat tanpa hambatan yang signifikan.

3. Pengukuran Resistansi (Resistance Measurement):

- a. Dalam pengukuran resistansi, multimeter mengirimkan arus kecil melalui komponen dan mengukur tegangan yang dihasilkan. Berdasarkan hukum Ohm ($V = IR$), multimeter dapat menghitung resistansi.
- b. Untuk pengukuran resistansi, rangkaian atau komponen harus dalam keadaan tidak terhubung dengan sumber daya (tidak ada tegangan aktif yang diterapkan).

2.7. Jenis Multimeter

1. **Multimeter Analog:** Menggunakan jarum untuk menunjukkan nilai pengukuran pada skala. Cenderung lebih sensitif terhadap perubahan kecil tetapi lebih sulit dibaca dan kurang akurat dibandingkan dengan multimeter digital.
2. **Multimeter Digital (DMM):** Menggunakan layar digital untuk menampilkan nilai pengukuran. Lebih akurat, mudah dibaca, dan biasanya memiliki fitur tambahan seperti pengukuran frekuensi, kapasitansi, dan lainnya.

2.8. Pengisian Baterai dengan *Pulse Repair Battery Charger*

Pengisian baterai dengan *pulse repair battery charger* menggunakan teknologi *pulse* atau pulsa untuk memperbaiki dan mengisi baterai. Teknologi ini memberikan arus dalam bentuk pulsa-pulsa yang bertujuan untuk menghilangkan kristal sulfat di dalam sel baterai, terutama pada baterai yang sudah mengalami sulfatasi. Sulfatasi adalah masalah umum pada baterai yang sering mengalami pengosongan dalam waktu lama, dan dapat menghambat proses pengisian daya.

Umumnya, waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai bergantung pada beberapa faktor:

1. **Kapasitas Baterai (Ah):** Kapasitas baterai biasanya dinyatakan dalam Ampere-hours (Ah) dan menunjukkan jumlah arus yang dapat disimpan baterai dalam waktu satu jam.

2. **Arus Pengisian (A):** Arus yang dihasilkan oleh charger dalam satuan ampere (A). Untuk pulse repair charger, arus ini biasanya bervariasi dalam bentuk pulsa.
3. **Efisiensi Pengisian (%):** Efisiensi umumnya berkisar antara 70-90% tergantung pada kondisi baterai dan jenis charger. Untuk baterai yang mengalami sulfatasi, efisiensi ini mungkin lebih rendah.

Rumus Menghitung Waktu Pengisian:

$$\text{Waktu Pengisian} = \frac{\text{Kapasitas Baterai (Ah)}}{\text{Arus Pengisian (A)}} \times \frac{1}{\text{Efisiensi Pengisian}}$$

Contoh Perhitungan:

Misalkan kita memiliki baterai 12V 100Ah yang akan diisi dengan *pulse repair charger* berkapasitas 10A dan memiliki efisiensi sekitar 80%.

1. Diketahui:

- a. Kapasitas baterai (C) = 100 Ah
- b. Arus pengisian (I) = 10 A
- c. Efisiensi pengisian (Eff) = 80% atau 0,8

2. Perhitungan Waktu Pengisian:

$$\text{Waktu Pengisian} = \frac{100 \text{ Ah}}{10 \text{ A}} \times \frac{1}{0,8} = 12,5 \text{ jam}$$

Jadi, waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai dengan *pulse repair charger* tersebut adalah sekitar **12,5 jam**.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Adapun rencana dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Uji Kemampuan *Pulse Repair Battery Charger* pada Akumulator 12 Volt” adalah dilaksanakan di:

Nama Tempat : CV. AMT (Angkasa Mobie Tech)

Alamat : Jalan Sultan Serdang Dusun II Sena Gg. Ikhlas Batang Kuis

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini direncanakan akan dilakukan selama kurang lebih tiga bulan lamanya, dan untuk memperjelas uraian kegiatan yang akan dilakukan selama waktu tersebut maka berikut ini ditampilkan dalam bentuk jadwal kegiatan seperti Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1: Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Bulan Ke												
		I				II				III				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.	Persiapan													
2.	Survey Alat dan Bahan Penelitian													
3.	Perancangan dan Pembuatan Alat Pengujian													
4.	Pengukuran Alat Uji													
5.	Analisis hasil pengukuran dan Revisi													
6.	Penyusunan Laporan Skripsi													

3.2. Metoda Penelitian

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dan pengukuran secara langsung menggunakan alat ukur. Langkah pertama dalam pendekatan ini adalah merancang eksperimen yang dapat memberikan data yang relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Eksperimen ini dirancang dengan cermat untuk memastikan validitas dan reliabilitas data yang dihasilkan.

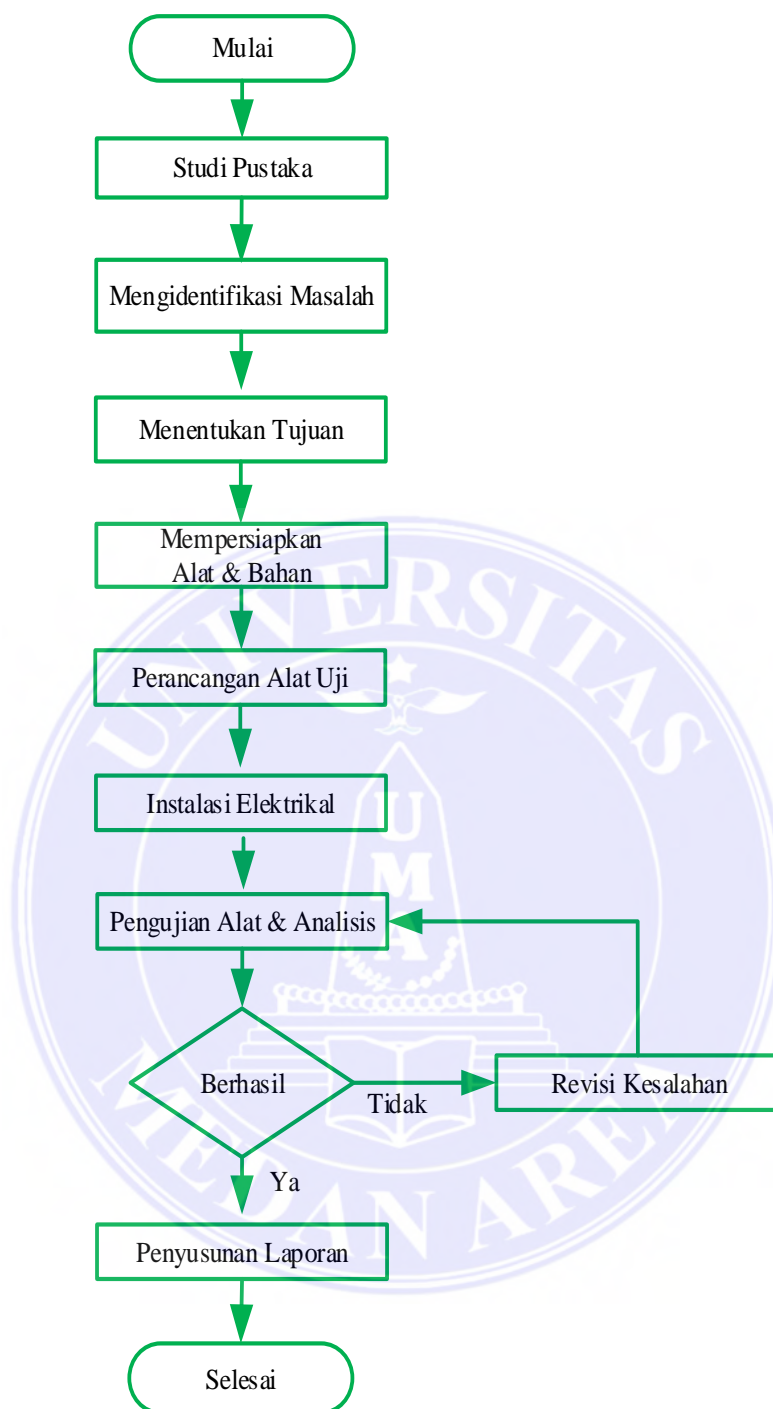
Setelah desain eksperimen selesai, dilakukan pengukuran secara langsung dengan menggunakan alat ukur yang telah terkalibrasi dengan baik. Pengukuran langsung ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data kuantitatif yang akurat dan dapat diandalkan.

Untuk teknik pengumpulan data, hasil pengukuran ini kemudian diolah dan disusun dalam bentuk tabel dan grafik. Penyajian data dalam format tabel dan grafik ini sangat penting karena memudahkan dalam proses analisis data. Dengan visualisasi yang baik, peneliti dapat dengan lebih mudah mengidentifikasi pola, tren, dan anomali dalam data yang dikumpulkan.

Apabila ditemukan adanya kesalahan atau ketidakakuratan dalam data yang dihasilkan, langkah selanjutnya adalah melakukan revisi data melalui pengukuran ulang. Pengukuran ulang ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis adalah data yang tepat dan akurat. Proses revisi dan pengukuran ulang ini merupakan bagian integral dari metode ilmiah, yang menjamin bahwa hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan dan terpercaya.

Untuk mempermudah pemahaman mengenai alur atau sistematika dalam menyelesaikan penelitian ini, disajikan sebuah *flowchart* kerangka berpikir penelitian. *Flowchart* ini menggambarkan tahapan-tahapan yang dilalui selama proses penelitian, mulai dari perancangan eksperimen, pengumpulan data, analisis data, hingga revisi data jika diperlukan. Dengan adanya *flowchart* ini, peneliti dapat lebih mudah mengikuti setiap langkah dalam proses penelitian secara sistematis. *Flowchart* ini juga membantu memastikan bahwa tidak ada tahapan yang terlewatkan, sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan lebih efektif dan efisien.

Secara keseluruhan, pendekatan eksperimental yang digunakan dalam penelitian ini, didukung dengan teknik pengumpulan data yang sistematis dan alat ukur yang tepat, memberikan fondasi yang kuat untuk memperoleh hasil penelitian yang valid dan dapat diandalkan. Dengan mengikuti alur yang digambarkan dalam *flowchart*, peneliti dapat memastikan bahwa setiap langkah dalam penelitian dilakukan dengan cermat dan sesuai dengan metode ilmiah yang baik.



Gambar 3.1: Flowchart Kerangka Berfikir Penelitian

3.3. Alat dan Bahan

Sistem yang akan dirancang dalam penelitian ini tidak akan dapat terwujud jika seluruh ketersediaan alat dan bahan tidak mendukung. Selain itu, spesifikasi yang tidak sesuai akan mengakibatkan rancangan sistem menjadi kurang optimal. Alat dan bahan yang sesuai dengan spesifikasi merupakan faktor penentu dalam menghasilkan rancangan atau instalasi alat uji penelitian yang baik dan sesuai dengan tujuan penelitian ini. Oleh karena itu, berikut akan dijelaskan daftar bahan yang digunakan, yang disajikan dalam Tabel 3.2:

Tabel 3.2: Daftar Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat/Bahan
1	Pulse Repair Battery Charger
2	Multimeter Digital
3	Baterai Aki
4	Kabel Penghantar 1,5 mm ²
5	<i>Ph Meter Digital</i>
6	Isolasi Kabel
7	Beaker Glass
8	Termometer

3.4. Model dan Tata Letak Alat

Untuk memastikan bahwa sistem atau alat uji yang akan dirancang sesuai dengan yang direncanakan, perlu disediakan deskripsi dari gambar rencana alat yang akan dibuat. Dengan melalui gambar ini, dapat diperlihatkan tampilan dan fungsi dari konstruksi alat sebelum benar-benar dibuat. Rencana model alat uji

yang akan dibuat serta susunan tata letak alat dapat dilihat seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.2 berikut ini:

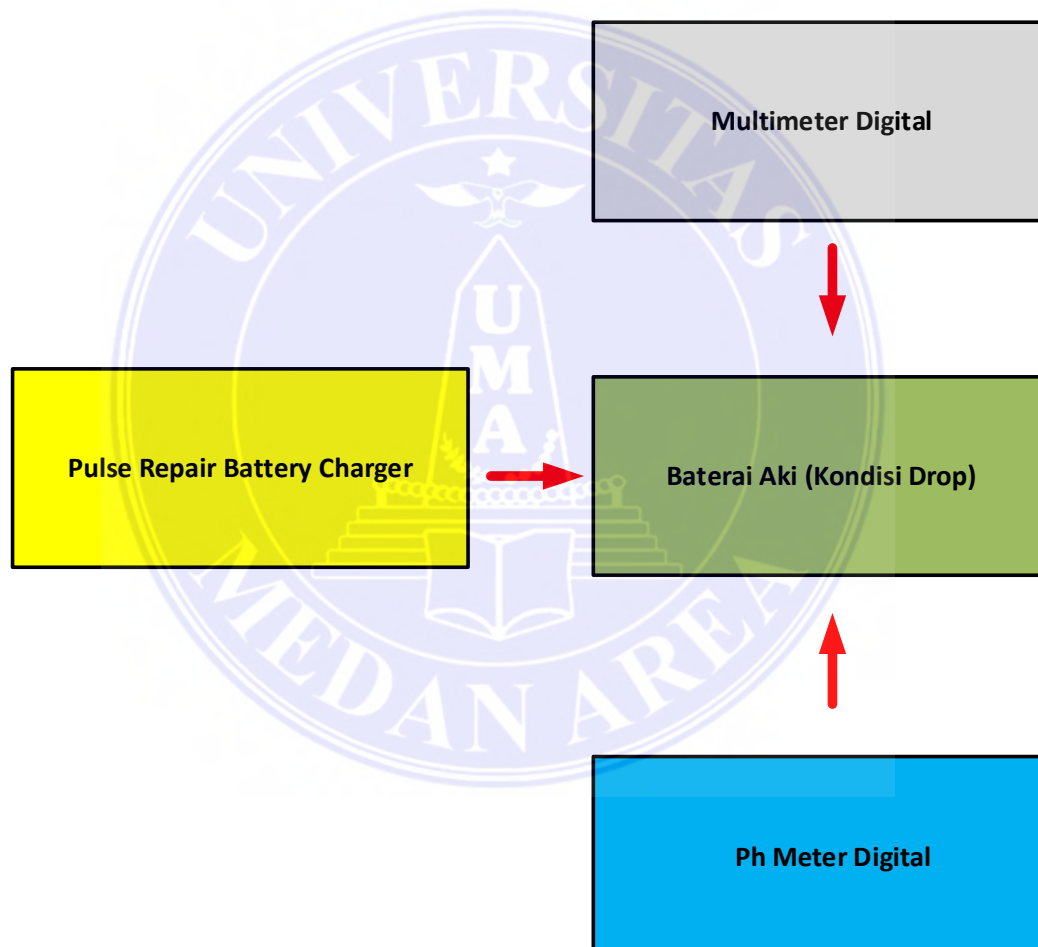
Gambar 3.2 menunjukkan detail rencana model alat uji yang dirancang. Gambar ini mencakup semua komponen utama alat, mulai dari struktur fisiknya hingga detail operasional yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian. Penyusunan tata letak alat secara jelas dijelaskan dalam gambar ini, yang memungkinkan para peneliti dan pihak terkait untuk memvisualisasikan dengan jelas bagaimana alat ini akan berfungsi dan berinteraksi dalam lingkungan pengujian yang sesungguhnya.



Gambar 3.2:
Desain Alat Uji Analisis Kemampuan *Pulse Repair Battery Charger* pada Baterai 12 Volt

3.5. Blok Diagram Alat

Untuk memudahkan pemahaman tentang hubungan dan integrasi antara alat uji yang akan dirancang serta susunan peralatan pengukurannya dalam membentuk satu alat uji yang berjudul "Analisis Kemampuan Pulse Repair Battery Charger pada Baterai 12 Volt", disajikanlah Gambar 3.3 berupa blok diagram sistem yang akan direncanakan. Gambar ini dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 3.3:
Blok Diagram Sistem Analisis Kemampuan
Pulse Repair Battery Charger pada Baterai 12 Volt

Blok diagram sistem ini menggambarkan secara visual hubungan antara komponen-komponen utama dari alat uji yang direncanakan. Blok diagram ini mencakup susunan peralatan pengukur yang ditempatkan untuk menganalisis kemampuan charger pulsa untuk memperbaiki baterai 12 Volt.

Dengan menggunakan blok diagram ini, diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas dan sistematis tentang bagaimana alat uji ini akan berfungsi, bagaimana setiap komponen saling berinteraksi, serta bagaimana data akan dikumpulkan dan dianalisis. Penyusunan blok diagram ini juga bertujuan untuk memudahkan proses perancangan, implementasi, dan pengujian alat uji dengan memastikan bahwa semua komponen dan keterkaitannya dipertimbangkan dengan baik.

Untuk parameter yang diuji pada baterai 12 volt setelah penggunaan *Pulse Repair Battery Charger* adalah sebagai berikut :

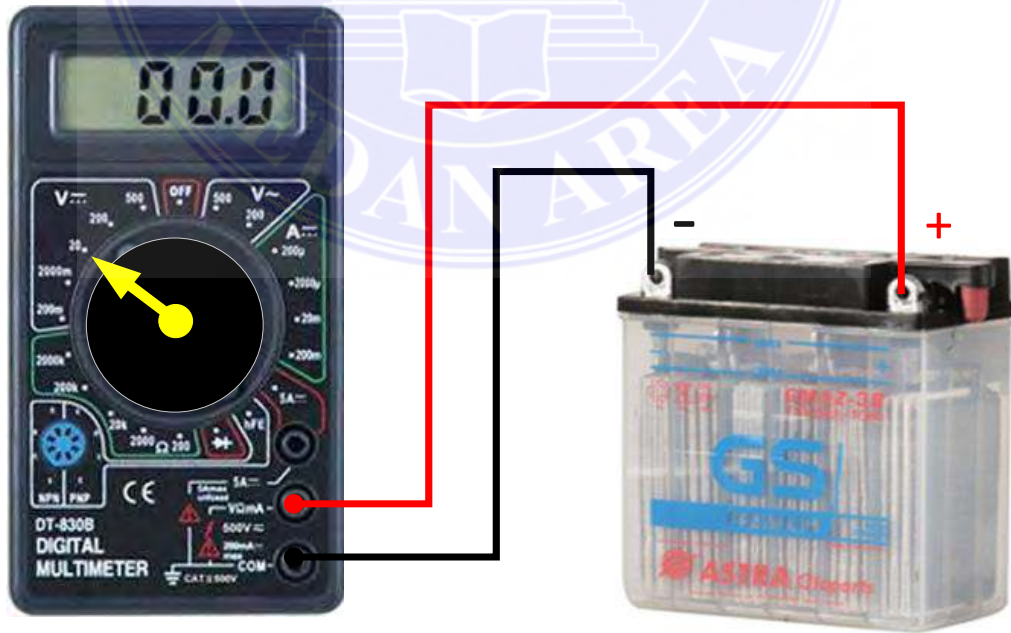
4. Menilai efektivitas penggunaan *pulse repair battery charger* yakni berfokus pada pengukuran dan evaluasi seberapa efektif *pulse repair battery charger* dalam meningkatkan kinerja akumulator 12 volt, termasuk peningkatan kapasitas, tegangan, dan arus yang dihasilkan.
5. Menentukan sejauh mana *pulse repair battery charger* dalam memperpanjang umur pakai akumulator yakni berfokus pada penentuan seberapa besar penggunaan *pulse repair battery charger* dapat memperpanjang umur pakai akumulator 12 volt, dengan mempertimbangkan kondisi awal akumulator dan hasil yang diperoleh setelah penggunaan *charger*.

3.6. Rangkaian Instalasi Alat Penelitian

Dalam penelitian yang berjudul Analisis Uji Kemampuan *Pulse Repair Battery Charger* pada Akumulator 12 Volt, mempunyai pola atau bentuk instalasi peralatan untuk melakukan eksperimen berupa proses pengukuran baterai sebelum dan setelah dilakukan *repair* (perbaikan) menggunakan alat ukur multimeter digital. Serta bagaimana pola rangkaian instalasi ketika melakukan proses pengisian dan *repair* baterai menggunakan *Pulse Repair Battery Charger*.

Berikut ini adalah Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 yang menampilkan bagaimana pola atau kaidah melakukan instalasi pengukuran dari masing-masing uraian di atas yaitu sebagai berikut:

1. Bentuk Instalasi Pengukuran Baterai Sebelum dan Sesudah *Charging* dan *Repair* menggunakan multimeter digital.



Gambar 3.4: Rangkaian Pengukuran Baterai dengan Multimeter

Dari Gambar 3.4 di atas dapat dilihat bahwa kaidah pengukuran baterai menggunakan multimeter akan dijelaskan seperti berikut:

1. Mempersiapkan Alat dan Pengaturan Multimeter

- a) Memastikan multimeter yang digunakan adalah berfungsi dengan baik.
- b) Menyalakan multimeter, dan mengatur dial pengukurannya ke mode DC Voltage (simbol “V” dengan garis lurus dan titik-titik) seperti pada Gambar 3.4 diatas.
- c) Memilih rentang tegangan yang sesuai dengan spesifikasi baterai. Dalam penelitian ini baterai yang digunakan memiliki nilai tegangan baterai adalah 12V, maka memilih rentang yang mencakup skala di atas 12V yakni 20V seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4 di atas, namun jangan terlalu jauh nilainya karena berkaitan dengan faktor ketelitian hasil pembacaan alat ukur.

2. Identifikasi Terminal Baterai

- a) Pada baterai, ada dua terminal utama: terminal positif (+) dan terminal negatif (-). Maka harus kita pastikan dimana letak kedua terminal ini.

3. Hubungkan Probe Multimeter

- a) Menghubungkan probe hitam multimeter ke terminal negatif baterai.
- b) Menghubungkan probe merah multimeter ke terminal positif baterai.

4. Baca Tegangan pada Layar Multimeter

- a) Setelah probe terhubung dengan benar, maka selanjutnya kita lihat layar multimeter untuk mendapatkan nilai tegangan. Nilai ini adalah tegangan aktual baterai dalam volt.

- b) Jangan lupa untuk tidak menyentuh bagian metal probe untuk menghindari gangguan atau hasil yang tidak akurat.

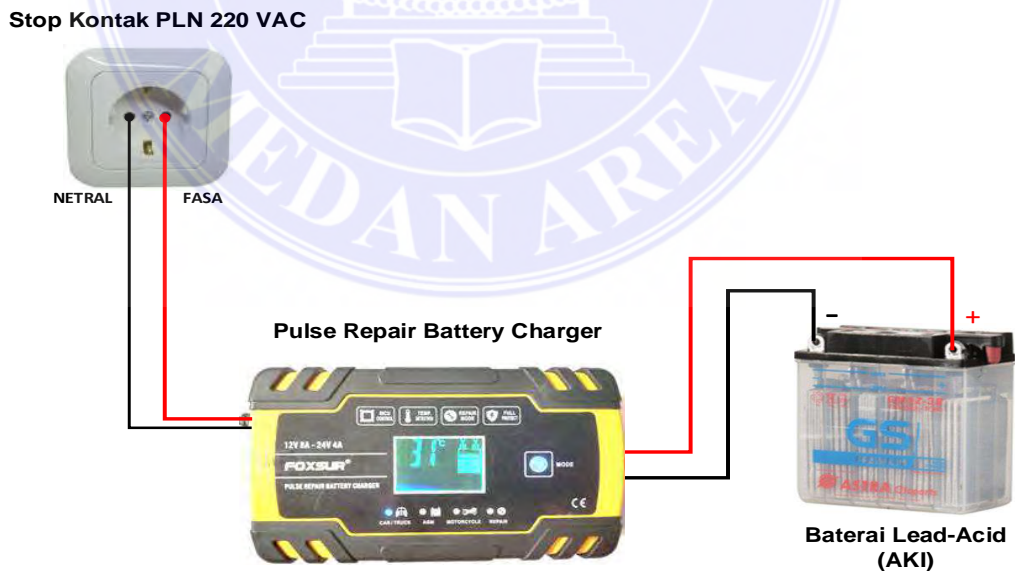
5. Analisis Hasil

- a) Membandingkan hasil tegangan yang terbaca dengan tegangan nominal baterai. Jika tegangan baterai jauh lebih rendah dari nilai nominal, baterai mungkin sudah melemah atau perlu diisi ulang.

6. Lepaskan Probe

- a) Setelah selesai mengukur, maka kita lepaskan probe dengan hati-hati, serta mematikan multimeter, dan menyimpan alat ukur di tempat yang aman.

2. Bentuk Instalasi Proses *Charging* dan *Repair* Baterai Menggunakan *Pulse Repair Battery Charger*.



Gambar 3.5:
Rangkaian *Charging* Sekaligus *Repair* Baterai Menggunakan *Pulse Repair Battery Charger*.

Pada Gambar 3.5 di atas dapat dilihat bagaimana pola sambungan antara *pulse repair battery charger* dengan baterai 12 VDC. Untuk selanjutnya yang perlu diperhatikan dan difahami dalam penggunaan *pulse repair battery charger* adalah terkait:

1. *LCD Display*:

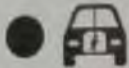
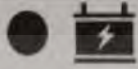
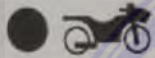
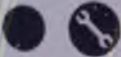

Berikut adalah fitur yang tampak pada *LCD Display* yang perlu diketahui beserta maknanya seperti Gambar 3.6 di bawah ini:



Gambar 3.6: Keterangan *LCD Display*

2. Charger Modes:

Berikut adalah fitur yang tampak pada menu *charger modes* yang perlu diketahui beserta maknanya seperti Gambar 3.7 di bawah ini:

 CAR / TRUCK	For big batteries (Fast Charge) 12V: Charge current max. 8A 24V: Charge current max. 4A
 AGM	For AGM, Calcium batteries
 MOTORCYCLE	For small batteries (Slow Charge) Charge current max. 1.5A
 REPAIR	Repair Mode (24 hours) An advanced battery recovery mode for repairing and storing, old, idle, damaged, stratified or sulfated. Not all batteries can be recovered.
 MODE	Charge mode select button

Gambar 3.7: Keterangan *Charger Modes*

BABV

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *pulse repair battery charger* efektif dalam memperbaiki dan mengisi daya baterai. Sebelum pengisian, baterai menunjukkan tegangan sebesar 10,7 V dan kapasitas 0 Ah. Setelah proses pengisian selama 60 menit, tegangan baterai meningkat menjadi 13,5 V dengan kapasitas terisi mencapai 3,6 Ah. Proses pengisian menunjukkan beberapa tahap, mulai dari awal pengisian hingga stabilisasi, yang ditandai dengan peningkatan tegangan dan arus. Keberhasilan pengujian ini juga terlihat dari indikator lampu yang menyala, menandakan bahwa baterai sudah terisi dan berfungsi dengan baik.

5.2. Saran

Melalui penelitian yang saya lakukan, maka penulis dapat memberikan saran untuk penelitian yang berkaitan dengan pengembangan ini yaitu:

1. Pemantauan Berkelanjutan: Disarankan untuk melakukan pemantauan berkala pada kondisi baterai setelah pengisian untuk memastikan performa baterai tetap optimal.
2. Uji Coba Lebih Lanjut: Lakukan uji coba dengan variasi waktu pengisian dan kondisi baterai yang berbeda untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghaei, M., Fairbrother, A., Gok, A., Ahmad, S., Kazim, S., Lobato, K., Oreski, G., Reinders, A., Schmitz, J., & Theelen, M. (2022). Review of degradation and failure phenomena in photovoltaic modules. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 159*, 112160.
- Akhsassi, M., El Fathi, A., Erraissi, N., Aarich, N., Bennouna, A., Raoufi, M., & Outzourhit, A. (2018). Experimental investigation and modeling of the thermal behavior of a solar PV module. *Solar Energy Materials and Solar Cells, 180*, 271–279. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.solmat.2017.06.052>
- Fadli, M., Insani, A. K., Delima, K., & Mahfud, T. A. R. (2022). Kajian Mekanika pada Materi Pesawat Sederhana: Review Publikasi Ilmiah. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi, 1*(2), 171–190.
- Idris, M. (2019). Rancang panel surya untuk instalasi penerangan rumah sederhana daya 900 watt. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan, 1*(1), 17–22.
- Kashem, S. B. A., Jayasinghe, D., Chowdhury, M. E. H., Khandakar, A., Ashraf, A., Kunju, A. A., Nashbat, M., Hasan-Zia, M., Saraei, E. K. A., & Tabassum, M. (2022). A Review and Analysis of the Effects of Colors of Light On the Performance of Solar Photovoltaic Panels. *International Journal of Integrated Engineering*.
- Kurniati, S., Syam, S., Nursalim, N., & Galla, W. F. (2022). ANALISIS OPERASIONAL DAN SISTEM PEMELIHARAAN PENGGUNAAN PANEL SOLAR SEL PADA USAHA AYAM POTONG. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2*(2), 23–30.
- Kusuma, U., & Setyarsih, W. (2021). Kajian literatur pengembangan instrumen kemampuan problem solving pada materi fisika. *Inovasi Pendidikan Fisika, 10*(2), 16–127.
- Manurung, J. P., & Boedoyo, M. S. (2022). Life Cycle Assessment pada Solar Photovoltaics. *Jurnal Penelitian Sains Teknologi, 13*(1), 20–27.
- Mulyadi, D., Rusirawan, D., & Novrita, I. (2023). Desain Pembangkit Listrik Turbin Uap Berbahan Bakar Batu Bara yang Efektif dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Tekno Insentif, 17*(1), 58–68.
- Nuryadi, A., & Sudiar, N. Y. (2023). Systematic Literature Review of Ocean Wave Renewable Energy. *Journal of Climate Change Society, 1*(2).

- Pane, Z. A., Priharti, W., & Silalahi, D. K. (2022). Memaksimalkan Daya Output Panel Surya Menggunakan Metode Konvergensi Cahaya Dan Penjejak Matahari. *EProceedings of Engineering*, 9(5).
- Priajana, P. G. G., Kumara, I. N. S., & Setiawan, I. N. (2020). Grid Tie Inverter untuk PLTS Atap di Indonesia: Review Standar dan Inverter yang Compliance di Pasar Domestik. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 7(2).
- Prima, E. C., Utami, M. P., Setiawan, A., & Suhendi, E. (2022). Review Penggunaan Reduced Graphene Oxide/TiO₂ sebagai Fotoelektrode pada Dye-Sensitized Solar Cell. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 6(1), 1–9.
- Riafinola, H., Suciningtyas, I. K. L. N., Sholihuddin, I., & Puspita, W. R. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Penggunaan Listrik Rumah Tangga. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 6(2), 79–84.
- Ridho, M. A., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Potensi Dan Unjuk Kerja Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsyst 6.43. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(4), 883–890.
- Risti, E., Khasanah, A., Muharomah, F. N. A., Navisa, P., & Fadhallah, E. G. (2022). Studi Literatur: Potensi Limbah Kulit Singkong Karet (Manihot glaziovii) sebagai Elektroda Superkapasitor pada Lampu Portabel. *Journal of Tropical Upland Resources (J. Trop. Upland Res.)*, 4(1), 11–17.
- SONI, A., & Tiwari, S. (2023). ENHANCING SOLAR PANEL EFFICIENCY THROUGH COOLING TECHNIQUES: A REVIEW. *I-Manager's Journal on Circuits & Systems*, 11(1).
- Subarkah, R., Heryana, G., & Widiawaty, C. D. (2022). *The Development of Photovoltaic Application in Indonesia: A Review*.
- 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.
- Ummah, H. F., Setiati, R., Dadi, Y. B. V, Ariq, M. N., & Malinda, M. T. (2021). Solar energy as natural resource utilization in urban areas: Solar energy efficiency literature review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 780(1), 012007.
- Wirsuyana, G. P. M., Hartati, R. S., & Manuaba, I. B. G. (2022a). Metode Maximum Power Point Tracking pada Panel Surya: Sebuah Tinjauan Literatur. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), 211–224.

Wirsumyana, G. P. M., Hartati, R. S., & Manuaba, I. B. G. (2022b). Metode Maximum Power Point Tracking pada Panel Surya: Sebuah Tinjauan Literatur. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), 211–224.

Witono, K., Asrori, A., & Harijono, A. (2021). The Comparison of Performance Polycrystalline and Amorphous Solar Panels under Malang City Weather Conditions (Perbandingan Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline dan Amorphous dibawah Kondisi Cuaca Kota Malang). *Bulletin of Science Education*, 1(2), 125–135. <https://www.attractivejournal.com/index.php/bse/index>

