

Analisis Uji Efektivitas *Pulse Repair Battery Charger* dengan Beban Akumulator 12 Volt

Landong Silaban^{1*)}, Moranain Mungkin², Habib Satria², Adam Pangestu³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar, Medan, Indonesia

*) Email Korespondensi : bobisianturi2@gmail.com

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.*

1. PENDAHULUAN

Baterai merupakan komponen penting dalam berbagai perangkat elektronik dan kendaraan bermotor [1]. Salah satu jenis baterai yang umum digunakan adalah baterai timbal-asam (lead-acid battery) yang biasanya ditemukan pada kendaraan bermotor [2]. Baterai ini memerlukan perawatan yang baik agar dapat berfungsi optimal dan memiliki umur panjang [3]. 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 [4].

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 [5], [6]. 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.

2. METODE 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.

2.1. Alat dan Bahan

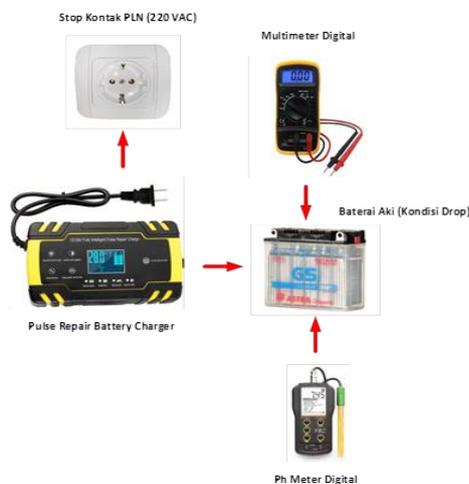
Sistem yang akan dirancang dalam penelitian ini tidak akan dapat terwujud jika seluruh ketersediaan alat dan bahan tidak mendukung. Selain itu, spesifikasi yang tidak sesuai akan mengakibatkan rancangan sistem menjadi kurang optimal. Alat dan bahan yang sesuai dengan spesifikasi merupakan faktor penentu 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 1:

Tabel 1. 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

2.2. Model dan Tata Letak Alat

Gambar 1 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.

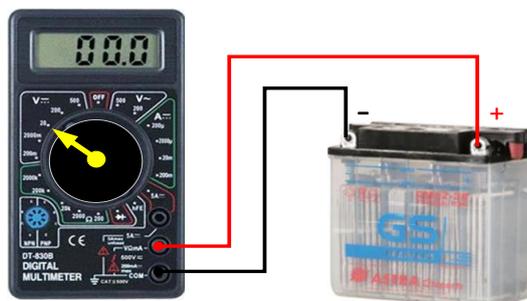


Gambar 1. Desain Alat Uji Analisis Kemampuan PRBC pada Baterai 12 Volt

2.3. Rangkaian Instalasi Alat Penelitian

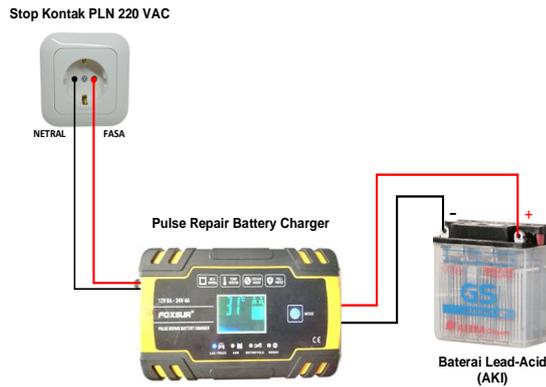
Dalam penelitian yang berjudul Analisis Uji Kemampuan *Pulse Repair Battery Charger* pada Akumulator 12 Volt, mempunyai pola atau bentuk instalasi peralatan untuk melakukan eksperimen berupa proses pengukuran baterai sebelum dan setelah dilakukan repair (perbaikan) menggunakan alat ukur multimeter digital. Serta bagaimana pola rangkaian instalasi ketika melakukan proses pengisian dan repair baterai menggunakan *Pulse Repair Battery Charger*. Berikut ini adalah Gambar 2 dan Gambar 3 yang menampilkan bagaimana pola atau kaidah melakukan instalasi pengukuran dari masing-masing uraian di atas, yaitu sebagai berikut:

- a. Bentuk Instalasi Pengukuran Baterai Sebelum dan Sesudah *Charging* dan *Repair* Menggunakan Multimeter Digital.



Gambar 2. Rangkaian Pengukuran Baterai dengan Multimeter

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



Gambar 3. Rangkaian *Charging* Sekaligus *Repair* Baterai Menggunakan PRBC

Pada Gambar 3 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:

a. *LCD Display*:

Berikut adalah fitur yang tampak pada *LCD Display* yang perlu diketahui beserta maknanya seperti Gambar 4 di bawah ini:



LCD DISPLAY:	
22.0 ^{°C}	Charger Inside Temperature
12.0 ^v	Charge Voltage
7.5 ^A	Charge Current
PUL & Rep.	Repair Mode
OFF	Complete Charge
Win. ❄️	Winter Mode When the ambient temperature is below +10 °C, Raise the charge voltage
Sum. ☀️	Summer Mode When the ambient temperature is above +28 °C, Reduce the charge voltage
Flt. ⚡️	Wrong polarity, please change the connection of the clamps Defect battery, please let the battery be tested by a mechanic and if necessary change the battery Bad connection please check the connection between the charger and the battery

Gambar 4. Keterangan *LCD Display*

b. *Charger Modes*:

Berikut adalah fitur yang tampak pada menu charger modes yang perlu diketahui beserta maknanya seperti Gambar 5 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 5. Keterangan *Charger Modes*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian baterai menggunakan *Pulse Repair Battery Charger (PRBC)* dilakukan untuk menilai efektivitas teknologi ini dalam memulihkan kondisi baterai yang menurun. Dengan pengujian ini, diharapkan dapat memperoleh data mengenai perubahan resistansi internal, kapasitas penyimpanan, serta kemampuan baterai dalam menyediakan arus yang stabil setelah melalui proses perbaikan. Metode pengisian ulang ini juga diterapkan apakah nantinya memungkinkan dapat melakukan pemulihan performa pada baterai yang sebelumnya dianggap telah usang atau kurang optimal. Berikut adalah Gambar 6 yang menampilkan bentuk instalasi pengujian baterai menggunakan *Pulse Repair Battery Charger (PRBC)*:



Gambar 6. Instalasi PRBC terhadap Baterai

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa kondisi baterai sedang dalam repair dan charging yang dapat dilihat dari kondisi persentase baterai yang langsung tampil dalam LCD display. Untuk selanjutnya Gambar 7 berikut ini menampilkan hasil *charging* dan *repair* baterai yang menunjukkan bahwa prosesnya sudah selesai yang ditandai dengan kata *Ful* dan indikator baterai:



Gambar 7. Kondisi Baterai *Full Charging*

Dari Gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa baterai telah selesai di charging dan sekaligus diperbaiki (repair) selama 1 jam. Hal ini dapat dilihat dari *LCD Display* bahwa persentase muatan baterai sebesar 100%. Adapun data hasil pengujian pada saat proses *charging* dan *Repair* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Proses *Charging* dan *Repair* Baterai dengan PRBC

Waktu (menit)	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Terisi (Ah)	Keterangan
0	10,7	0,0	0,0	Awal pengujian
10	11,2	0,5	0,0833	Proses pengisian dimulai
20	12,0	0,8	0,2667	Peningkatan kapasitas
30	12,6	1,0	0,5	Pengisian stabil
40	12,8	1,2	0,8	Kapasitas meningkat
50	13,1	1,5	1,25	Pengisian mendekati maksimum
60	13,5	0,7	0,7	Pengisian selesai stabil

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa setelah 60 menit pengujian, maka kapasitas muatan listrik yang terisi mencapai 3,6 Ah. Ini menunjukkan bahwa baterai sudah hampir penuh, tetapi belum mencapai kapasitas maksimalnya.

3.1. Perhitungan untuk Setiap Interval:

- a. Waktu 0 menit
Arus: 0.0 A
Kapasitas Terisi: $0,0 \text{ A} \times 0/60 \text{ Ah} = 0,0 \text{ Ah}$
- b. Waktu 10 menit
Arus: 0.5 A
Kapasitas Terisi: $0,5 \text{ A} \times 10/60 \text{ Ah} = 0,0833 \text{ Ah} \approx 0,1$
- c. Waktu 20 menit
Arus: 0.8 A

Kapasitas Terisi: $0,8 \text{ A} \times 20/60 \text{ Ah} = 0,2667 \text{ Ah} \approx 0,3$

- d. Waktu 30 menit
Arus: 1.0 A
Kapasitas Terisi: $1,0 \text{ A} \times 30/60 \text{ Ah} = 0,5 \text{ Ah}$
- e. Waktu 40 menit
Arus: 1.2 A
Kapasitas Terisi: $1,2 \text{ A} \times 40/60 \text{ Ah} = 0,8 \text{ Ah}$
- f. Waktu 50 menit
Arus: 1,5 A
Kapasitas Terisi: $1,5 \text{ A} \times 50/60 \text{ Ah} = 1,25 \text{ Ah}$
- g. Waktu 60 menit
Arus: 0.7 A
Kapasitas Terisi: $0,7 \text{ A} \times 60/60 \text{ Ah} = 0,7 \text{ Ah}$

Total Kapasitas Terisi $\approx 3,6 \text{ Ah}$

3.2. Pengujian Baterai Menggunakan Beban Lampu Pasca PRBC

Setelah proses pengujian *Pulse Repair Battery Charger* dilakukan pada baterai maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian baterai menggunakan beban lampu dengan maksud untuk mengevaluasi performa dan kapasitas baterai. Ini menunjukkan bahwa proses pengujian tidak hanya berhenti pada pengisian baterai, tetapi juga melibatkan evaluasi fungsionalitas baterai setelah pengisian. Dalam konteks ini, pengujian menggunakan beban lampu berarti menghubungkan baterai ke beban nyata (lampu) untuk mengamati bagaimana baterai berfungsi saat memberikan daya. Ini memungkinkan untuk mengevaluasi seberapa baik baterai dapat menyediakan arus dan tegangan yang dibutuhkan untuk menghidupkan lampu. Berikut adalah Gambar 8 yang menampilkan kondisi pengujian yang dilakukan:



Gambar 8. Kondisi Pengujian Baterai Menggunakan Beban Lampu Pasca PRBC

Dari Gambar 8 di atas dapat dilihat dan dijelaskan bahwa lampu menyala yang sebelumnya tidak menyala. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pulse repair battery charger telah berhasil melakukan charging dan repair terhadap baterai yang awalnya memiliki kondisi yang memprihatinkan yaitu tegangan terukur 10,7V/0Ah menjadi 13,5V/3,6 Ah.

4. 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.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis Mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini, laboratorium Sistem Kendali dan Sistem Tenaga Teknik elektro UMA, dan Journals of Telecommunication and Electrical Scientific yang telah menerbitkan paper ini.

REFERENSI

- [1] Islam, S., Ahsan, S., Rahman, K., & Amintanvir, F. (2023). Advancements in Battery Technology for Electric Vehicles: A Comprehensive Analysis of Recent Developments. *Global Mainstream Journal Of Innovation, Engineering & Emerging Technology*, 02(02), 1–28. <https://www.researchgate.net/publication/376032591>
- [2] Bachtiar, A., Warmi, Y., Anthony, Z., Premadi, A., & Fajri, R. (2022). Studi Analisis Pemanfaatan Air Garam Sebagai Sumber Energi Alternatif Menggunakan Elektroda Karbon Baterai Bekas. *Ensiklopedia of Journal*, 5(1), 359–366. <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- [3] Dhamayanthie, I., Farkhatus Solikha, D., Anisa, D., & Nurjanah, R. (2023). Studi Pengelolaan Limbah Aki Kering dan Aki Basah (Studi Kasus Di Indramayu). *Jurnal Migasian*, 7(1), 2580–5258.
- [4] Spanos, C., Berlinger, S. A., Jayan, A., & West, A. C. (2016). Inverse Charging Techniques for Sulfation Reversal in Flooded Lead-Acid Batteries. *Journal of The Electrochemical Society*, 163(8), A1612–A1618. <https://doi.org/10.1149/2.0761608jes>
- [5] Kwak, B., Kim, M., & Kim, J. (2020). Add-on type pulse charger for quick charging li-ion batteries. *Electronics (Switzerland)*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/electronics9020227>
- [6] Agnes, Y., Turnip, A., Mungkin, M., Maizana, D., & Satria, H. (2024). Rancang Bangun Baterai Alternatif Menggunakan Metode Sel Volta dengan Charger Panel Surya. *Electron: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5(2), 156–165.
- [7] Edovidata, H. E. (2019). Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 57–68. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>
- [8] Hamida, H. N., & Munasir. (2023). Review : Studi Kinerja Dan Modifikasi Doping Pada Material Lifepo4 sebagai Katoda Baterai Li-Ion 1. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 12, 56–65.
- [9] Mungkin, M., & Tanjung, D. A. (2019). Studi Filtrasi Air Belimbing Wuluh Sebagai Elektrolit Baterai Pengganti Elektrolit H₂ So 4. In *Jurnal Kimia Sainstek dan Pendidikan: Vol. III* (Issue 2).
- [10] Mursid, S. P. (2023). Perancangan Smart Charger Baterei Asam Timbal Berbasis ATTiny85. *Jurnal Energi*, 12(1), 10–17.
- [11] Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology*, 6(1), 35–40.
- [12] Prasetyo, I., & Saputro, I. (2018). Perbaikan dan Perawatan Aki Basah. *SURYA TEKNIKA*, 2(2), 16–20.
- [13] Putri, E., Pangestu, N., Arifin, Z., & Supardi, I. (2020). Kajian Proses Charge-Discharge pada Sel Aki Pb-Pbo2. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*.