

## **Desain Baterai Sepeda Motor Listrik dengan Tegangan 48 Volt DC menggunakan Empat Buah Accu 12 Volt 3,5 AH**

**Moody Noldy Tumembow<sup>1</sup>, Silvy D. Boedi<sup>2</sup>, Alfred Mekel<sup>3</sup>,  
Efraim A. W. Mamoto<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: <sup>1</sup>moodynt63@gmail.com

No. Hp: <sup>1</sup> 081212343773

### **Abstrak**

*Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem baterai sepeda listrik dengan konfigurasi empat buah accu 12 Volt 3,5 Ah yang disusun secara seri sehingga menghasilkan tegangan total 48 Volt DC. Penelitian juga bertujuan untuk mengidentifikasi alat dan bahan yang digunakan, serta menguji kinerja baterai hasil perakitan pada sepeda listrik. Perakitan baterai dilakukan di Laboratorium Mekatronika Politeknik Negeri Manado, sedangkan pengujian jalan dilaksanakan di sepanjang Jalan Dr. Sinyo Harry Sarundajang, Kec. Mapanget, Kota Manado, Sulawesi Utara. Pengujian difokuskan pada kemampuan baterai dalam menggerakkan sepeda listrik, jarak tempuh maksimum, serta durasi ketahanan daya dengan beban tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa baterai 48 Volt DC hasil perakitan mampu menggerakkan sepeda listrik dengan beban total 89 kg sejauh 5 km dalam waktu tempuh sekitar 15 menit, dengan daya output rata-rata sebesar 97,75 Watt. Kendala teknis seperti melelehnya kabel pada uji awal dapat diatasi dengan mengganti kabel berkapasitas arus lebih besar, sehingga sistem dapat bekerja stabil.*

*Kata Kunci – Sepeda Listrik, Accu 12 Volt.*

## **Design of a 48 Volt DC Electric Bicycle Battery Using Four 12 Volt 3.5 Ah Accumulators**

### **Abstract**

*This study aims to design and develop an electric bicycle battery system using four 12 Volt 3.5 Ah accumulators connected in series to produce a total output voltage of 48 Volt DC. The research also aims to identify the tools and materials used, as well as to test the performance of the assembled battery on an electric bicycle. The battery assembly was carried out at the Mechatronics Laboratory of Politeknik Negeri Manado, while the road test was conducted along Dr. Sinyo Harry Sarundajang, Mapanget District, Manado City, North Sulawesi. The test focused on evaluating the battery's ability to power the electric bicycle, its maximum travel distance, and the duration of power endurance under a specific load. The results showed that the assembled 48 Volt DC battery was able to power the electric bicycle with a total load of 89 kg for a distance of 5 km within approximately 15 minutes, delivering an average output power of 97.75 Watts. Technical issues, such as cable melting during the initial test, were resolved by replacing the cables with higher current capacity ones, enabling the system to operate stably.*

*Keywords – Electric Bicycle, 12 Volt Accumulator.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan kendaraan listrik sebagai salah satu bentuk transportasi alternatif yang ramah lingkungan terus mengalami peningkatan, terutama di sektor kendaraan ringan seperti sepeda listrik (e-bike). Sepeda listrik memanfaatkan motor listrik sebagai aktuator penggerak utama yang bekerja berdasarkan energi listrik yang tersimpan dalam suatu sistem penyimpanan energi, yaitu baterai. Oleh karena itu, sistem baterai merupakan komponen vital yang menentukan sejauh mana kendaraan tersebut mampu beroperasi secara efisien, aman, dan berkelanjutan.

Dalam konteks pengembangan sistem baterai untuk sepeda listrik, pemilihan jenis dan konfigurasi baterai sangat berpengaruh terhadap performa kendaraan. Salah satu pendekatan yang umum dan ekonomis adalah penggunaan baterai timbal-asam (lead-acid) dalam konfigurasi seri. Lead-acid dipilih karena memiliki biaya awal yang relatif rendah, mudah diperoleh, dan struktur perakitannya sederhana dibanding jenis baterai lain seperti lithium-ion atau lithium iron phosphate (LiFePO<sub>4</sub>). Pada penelitian ini, dirancang sistem baterai dengan konfigurasi empat buah accu 12 Volt 3,5 Ah yang disusun secara seri, sehingga menghasilkan tegangan total sebesar 48 Volt DC. Tegangan ini termasuk dalam kategori umum untuk pengoperasian motor listrik sepeda listrik kelas menengah.

Konfigurasi baterai 48 Volt telah terbukti secara teknis mampu memberikan efisiensi daya lebih baik dibandingkan sistem 12 Volt atau 24 Volt, serta mendukung pengoperasian motor dengan beban menengah dan daya dorong yang lebih stabil. Dalam studi yang dilakukan oleh Patel & Chaudhari (2019), sistem sepeda listrik dengan baterai 48V menunjukkan efisiensi yang baik dalam hal kecepatan dan daya angkut, dengan catatan bahwa stabilitas tegangan selama beban tinggi harus dijaga agar tidak terjadi penurunan performa.

Secara elektrokimia, baterai timbal-asam memiliki densitas energi rata-rata sekitar 30–40 Wh/kg, jauh lebih rendah dibandingkan lithium-ion yang berkisar antara 150–250 Wh/kg. Namun demikian, keunggulan dari baterai timbal-asam adalah kemampuannya untuk menyuplai arus awal yang besar, yang sangat diperlukan saat motor listrik bekerja dalam mode akselerasi atau beban awal (*starting torque*). Selain itu, baterai ini memiliki toleransi terhadap overcharge dan overdischarge yang lebih baik dibandingkan teknologi lithium, meskipun umur siklusnya lebih pendek, yaitu sekitar 300–500 siklus pengisian.

Dalam praktiknya, penggunaan baterai 12 Volt 3,5 Ah dalam rangkaian seri akan menghasilkan tegangan total sebesar 48 Volt, namun dengan kapasitas arus tetap sebesar 3,5 Ah. Artinya, total energi yang tersedia dari sistem ini adalah:

$$E = V \times Ah = 48 \text{ Volt} \times 3,5 \text{ Ah} = 168 \text{ Wh}$$

Jumlah ini cukup untuk menjalankan motor DC berdaya kecil hingga sedang dalam durasi yang terbatas, cocok untuk penggunaan ringan dalam perkotaan atau jalur pendek. Meskipun kapasitas energi relatif kecil, sistem ini masih layak digunakan untuk prototipe sepeda listrik skala kecil, terutama dalam pengujian awal rancangan motor, sistem kontrol, atau perhitungan efisiensi.

Penelitian oleh Ehsani et al. (2018) dalam *Modern Electric Vehicle Technology* menyebutkan bahwa sistem baterai berbasis timbal-asam dalam konfigurasi seri merupakan salah satu bentuk penyimpanan energi yang mudah

dirancang dan direalisasikan dalam pengembangan e-bike, meskipun dibatasi oleh berat, efisiensi energi, dan umur pakai.

Namun, konfigurasi seri empat buah accu memerlukan perhatian terhadap keseimbangan antar sel dan pengaruh faktor eksternal seperti suhu, kelembapan, dan siklus pengisian terhadap penurunan kapasitas. Variasi kecil dalam kualitas masing-masing sel dapat menyebabkan ketidakseimbangan distribusi tegangan, yang pada akhirnya mempercepat degradasi salah satu atau beberapa sel dalam sistem. Oleh karena itu, pemilihan sel yang homogen, serta pengukuran kapasitas sebelum perakitan sangat dianjurkan agar sistem memiliki keandalan operasional yang lebih baik.

Dengan mempertimbangkan kelebihan dan keterbatasan tersebut, maka desain baterai sepeda listrik menggunakan empat buah accu 12 Volt 3,5 Ah dalam konfigurasi seri menjadi relevan untuk dikaji. Fokus penelitian ini adalah menganalisis performa sistem tersebut dari sisi kelayakan teknis, efisiensi energi, durasi pemakaian, serta pertimbangan desain fisik dan kelistrikan yang mendukung implementasi praktisnya pada sepeda listrik skala kecil.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini memaparkan secara rinci mengenai metodologi, teknik, serta prosedur eksperimen yang diterapkan dalam perancangan. Seluruh tahapan disusun secara sistematis dengan dukungan referensi literatur yang valid guna menjamin aspek reproduisibilitas, sehingga peneliti lain dapat mengulang studi ini dan memperoleh hasil yang konsisten. Selain itu, daftar material dan bahan pendukung juga disertakan untuk memperkuat validitas data penelitian

Pendekatan yang digunakan berbasis pada metode eksperimen, di mana dilakukan observasi langsung terhadap sejumlah konfigurasi dan model baterai untuk melihat hasil dari masing-masing desain tersebut. Pengujian ini akan dilakukan di Manado dengan peralatan yang sesuai untuk mengukur parameter-parameter penting seperti kapasitas, tegangan, arus, dan efisiensi pengisian. Kami akan menguji baterai dalam berbagai kondisi beban untuk mendapatkan data yang akurat mengenai performa dan daya tahan baterai. Hasil dari eksperimen ini akan memberikan informasi empiris yang diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas desain yang diusulkan.

Cara pengolahan data

- Menghitung tegangan accu
- Menghitung tegangan dari setiap accu yang di seri

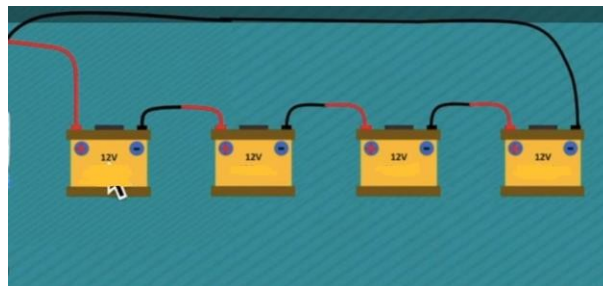
## Anggaran Biaya

Tabel 1. Anggaran biaya

No	Keterangan	Jumlah	Harga Satuan	Harga
1.	Accu	4	Rp. 250.000	Rp. 1.000.000
2.	Kabel roll	1	Rp. 28.500	Rp. 28.500
3.	Timah solder 1 roll 0,8 mm	1	Rp. 27.000	Rp. 27.000
4.	Kabel 2,5 mm	1	Rp. 10.000	Rp. 25.000
5.	Controlller	1	Rp. 290.000	Rp. 290.000
6.	Step down	2	Rp. 49.000	Rp. 98.000
7.	Twist throttle	1	Rp. 66.000	Rp. 66.000
8.	Besi serbaguna	1	Rp. 20.000	Rp. 20.000
9.	Soket cars	1	Rp. 5.000	Rp.5. 000
10.	Tempat duduk sepeda	1	Rp. 90.000	Rp. 90.000
TOTAL				Rp. 1.649.500

## Gambar Wiring

Accu 12 volt 3,5 AH Total = 4 buah accu



Gambar 1. Rangkaian Seri Accu 48 V DC

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Data Hasil*

Adapun model yang digunakan dalam sepeda listrik sebagai berikut:



Gambar 2. Gambar sepeda listrik

- **Sepeda**

Tabel 2. Spesifikasi sepeda

No	Sepeda BMX	Ukuran
1.	Panjang sepeda	1430 mm
2.	Tinggi sepeda	920 mm
3.	Berat keseluruhan sepeda	24kg
4.	Diameter ban sepeda	500 mm
5.	Jumlah sproket velek sisi kiri	45
6.	Jumlah sproket alternator	12
7.	Jarak antara sproket alternator dan sproket velek sisi kiri	350 mm

- **Baterai**

Tabel 3. Spesifikasi Accu

No	Baterai	Ukuran
1.	Panjang accu	113 mm
2.	Lebar accu	70 mm
3.	Tinggi accu	85 mm
4.	Berat accu	2,3 kg
5.	Tegangan accu	48V DC

- **Alternator**

**Tabel 4. Spesifikasi alternator**

No	Alternator	Ukuran
1.	Panjang alternator	175 mm
2.	Lebar alternator	140 mm
3.	Tinggi alternator	145 mm
4.	Jumlah gear alternator	12
5.	Berat alternator	3.5 kg

- **Controller**

**Tabel 5. Spesifikasi controller**

No	Controller kecepatan potensio meter	Ukuran
1.	Panjang controller	14.5 cm
2.	Lebar kontroler	8.2 cm
3.	Arus output	7.3 Ampere
4.	Tegangan input arus	36-48 Volt

### **Prosedur Pengujian Jalan**

Rincian data yang diperoleh dari hasil pengujian tahap awal adalah sebagai berikut

- Tegangan baterai rotor : 5,94 Volt
- Tegangan baterai sepeda : 49,4 Volt

Saat pengujian sepeda listrik, ditemukan bahwa kabel yang terhubung dengan alternator tidak mampu menahan beban tegangan dan arus dari baterai, sehingga kabel mengalami pelelehan. Hal ini terjadi karena spesifikasi kabel yang digunakan tidak sesuai. Setelah kabel tersebut diganti dengan kabel yang memiliki kapasitas arus (ampere) lebih besar, masalah pelelehan tidak terjadi lagi dan kabel dapat bekerja secara normal.

### **Data pengujian kedua**

Setelah mengganti kabel dengan kapasitas arus yang besar maka sepeda bisa berjalan dengan normal. Pengujian dilakukan di jalan yang datar sejauh 5 kilometer. Berat sepeda listrik adalah 24 kilogram, sedangkan berat pengendara adalah 65 kilogram, sehingga total beban saat pengujian adalah 89 kilogram. Beban ini penting untuk diketahui karena akan memengaruhi kinerja motor dan konsumsi daya dari baterai.

Uji coba ini dimaksudkan untuk meninjau efektivitas kerja rangkaian listrik yang telah dirancang, apakah daya dari baterai cukup untuk menggerakkan sepeda

sejauh 5 km, dan apakah ada komponen seperti kabel atau motor yang mengalami gangguan atau panas berlebih. Pengamatan dilakukan selama proses berjalan untuk memastikan semua bagian bekerja dengan aman dan lancar.

## Tabel pengujian

**Tabel 6. Pengujian jarak tempuh dan ketahanan Accu**

No	Keterangan	Hasil
1.	Kecepatan	20 Km/Jam - 36 Km/Jam
2.	Jarak Tempuh	5 Km
3.	Kecepatan Rata-Rata	30 Km/Jam
4.	Beban Sepeda	89 Kg
5.	Daya Output	898 Watt – 105,7 Watt
6.	Daya Output Rata-Rata	97,75 Watt
7.	Total Batrai Yang Terkurus	185 Ampere Hour
8.	Tegangan Rotor	5 Volt
9.	Tegangan Accu	51,24 Volt
10.	Tegangan Output	25,82 Volt – 51,24 Volt
11.	Arus Output	3,48 Ampere – 5,20 Ampere

Analisis data menyimpulkan bahwa daya tahan baterai kendaraan ini mencapai jarak tempuh 5 km dalam waktu 15 menit perjalanan.

## KESIMPULAN

1. Analisis uji jarak, dengan beban seberat 89 kg, sistem yang menggunakan empat unit baterai dalam rangkaian seri berhasil mencapai jarak 5 km. Pengujian ini menghabiskan kapasitas baterai sebesar 185 Ah dalam durasi waktu 15 menit.
2. Pengujian sepeda listrik dengan accu hasil rakitan menunjukkan kinerja yang stabil dengan daya output rata-rata 97,75 Watt, kecepatan rata-rata 30 km/jam, dan mampu menempuh jarak sejauh 5 km dengan beban total 89 kg.

## SARAN

1. Penggunaan bahan dan komponen berkualitas tinggi sangat disarankan agar performa baterai tetap stabil dalam jangka waktu lama, serta untuk menghindari kerusakan akibat beban arus berlebih.
2. Penambahan sistem pendingin atau ventilasi dapat dipertimbangkan untuk menjaga suhu baterai tetap stabil selama pengisian maupun pengosongan.
3. Pengujian dalam berbagai kondisi jalan dan beban (misalnya tanjakan, beban lebih berat) perlu dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif tentang performa dan ketahanan baterai

## REFERENSI

- [1] Ceraolo, M. (2000). *New dynamical models of lead–acid batteries*. IEEE Transactions on Power Systems.
- [2] Ehsani, M., Gao, Y., & Longo, S. (2018). *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design*. CRC Press.
- [3] Fajar Sodiq. 2015. Desain Sepeda Listrik untuk Ibu Rumah Tangga sebagai Sarana Transportasi Sehari-hari yang Dapat Diproduksi UKM Lokal
- [4] JT Santoso. 2022. *SEPEDA LISTRIK: Perencanaan, Perakitan, Perbikan*.
- [5] Patel, A., & Chaudhari, R. (2019). *A Study of Electric Bike – Future Needs*. International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, 5(4).
- [6] Lee, S. et al. (2017). *Modeling and Validation of 12V Lead-Acid Battery for Stop- Start Technology*. SAE International Journal.
- [7] N. M. A. Wijaya<sup>1</sup>, I. N. S. Kumara<sup>2</sup>, C. G. I. Partha<sup>3</sup>, Y. Divayana. 2021 Perkembangan Baterai dan Charger untuk mendukung Masyarakat Sepeda Listrik Indonesia.
- [8] Salvian Ilham Prayoga. 2017. Desain Sepeda Listrik sebagai sarana penunjang mobilitas staff Industri PT. INKA
- [9] Zhang, et al. 2020. *Analisis Performa Baterai Lithium-ion pada Sepeda Listrik*.