

SKRIPSI

**DESAIN BATERAI SEPEDA LISTRIK DENGAN
TEGANGAN 48 VOLT DC MENGGUNAKAN
EMPAT BUAH ACCU 12 VOLT 3,5 AH**

Disusun:

**EFRAIM ALEN WANLY MAMOTO
NIM. 21030038**



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
2025**

**DESAIN BATERAI SEPEDA LISTRIK DENGAN
TEGANGAN 48 VOLT DC MENGGUNAKAN EMPAT
BUAH ACCU 12 VOLT 3,5 AH**

SKRIPSI

*Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan
Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika Jurusan Teknik Mesin di
Politeknik Negeri Mana*

Disusun:

EFRAIM ALEN WANLY MAMOTO

NIM. 21030038



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

**DESAIN BATERAI SEPEDA LISTRIK DENGAN TEGANGAN 48 VOLT
DC MENGGUNAKAN EMPAT BUAH ACCU 12 VOLT 3,5 AH**

SKRIPSI

Disusun :

**EFRAIM ALEN WANLY MAMOTO
NIM. 21 030 038**

Telah dipertahankan dalam seminar dan Ujian Skripsi
di depan Tim Penguji pada 25 Juli 2025
dan dinyatakan telah memenuhi syarat sebagai Sarjana Terapan

Disahkan Oleh:

Pembimbing I,



Dr. Silvy D. Boedi, ST., MT
NIP. 19750202 200801 2 019

Pembimbing II,



Alfred N. Mekel, SST., MT
NIP. 19751112 200112 1 001

Ketua Pelaksana Ujian Skripsi



Moody N. Tumembow, ST., MT
NIP. 19631111 199203 1 001

Mengetahui :

Koordinator Program Studi TRM,



Ivonne E.Y. Polii, ST., MT
NIP. 19750608 2012 2 001

Ketua Jurusan,



Meidy P.Y. Kawulur, S.Si., M.Si
NIP. 19740501 200003 2 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Efraim Alen Wanly Mamoto
NIM : 21030038
Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jurusan : Teknik Mesin

Saya Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Skripsi yang saya buat benar merupakan hasil karya sendiri, dan bukan merupakan Salinan dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat di buktikan bahwa keseluruhan Skripsi saya ini hasil karya orang lain yang saya gunakan tanpa izin dan secara tidak sah maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Manado, 25 Juli 2025

Yang Menyatakan,



Efraim Alen Wanly Mamoto
NIM. 21 030 038

KATA PENGANTAR

Puji syukur dinaikkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini. Maksud dari penyusunan Skripsi ini adalah untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Manado.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya memberikan penghargaan setinggi tingginya dengan ucapan terima kasih kepada :

1. Dra. Maryke Alelo, MBA., selaku Direktur Politeknik Negeri Manado;
2. Meidy P.Y. Kawulur, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin;
3. Ivonne F.Y. Polli, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Mekatronika;
4. Moody N. Tumembow, ST., MT., selaku Ketua Panitia Pelaksana Skripsi;
5. Dr. Silvy D. Boedi, ST., MT., selaku Pembimbing Skripsi;
6. Alfred N. Mekel, SST.,MT., selaku Pembimbing Skripsi;
7. Kepada orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan berupa dukungan material dan moral;
8. Kepada partner saya Natalia Wowor S.Psi telah banyak berperan dalam penyelesaian Skripsi ini;
9. Kepada sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala keterbatasan, saya selaku penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, harapan saya semoga Skripsi ini dapat memberi tambahan wawasan pengetahuan bagi pembaca khususnya di dunia Teknik.

Manado, 25 Juli 2025



Efraim Alen Wanly Mamoto

ABSTRAK

Efraim Alen Wanly Mamoto, *Desain Baterai Sepeda Listrik Dengan Tegangan 48 Volt DC Menggunakan Empat Buah Accu 12 Volt 3,5 Ah (Dibimbing oleh Silvy D. Boedi dan Alfred N. Mekel).*

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 pelelehan 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, Baterai 48 Volt DC.

ABSTRACT

Efraim Alen Wanly Mamoto, Design of a 48 Volt DC Electric Bicycle Battery Using Four 12 Volt 3.5 Ah Accumulators (Supervised by Silvy D. Boedi and Alfred N. Mekel).

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, 48 Volt DC Battery.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Sepeda Listrik.....	6
2.3 Accu 12 Volt 3,5 AH	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Data yang dibutuhkan.....	10
3.3 Metode Penelitian.....	11
3.4 Cara pengolahan data	11

3.5	Anggaran Biaya.....	12
3.6	Diagram Alir	13
3.7	Gambar Wiring.....	14
3.8	Alat Dan Bahan	14
3.9	Desain Baterai ACCU 12 VOLT 3,5 AH menjadi baterai 48 V DC .	17
3.10	Proses Perancangan Sepeda	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Spesifikasi sepeda listrik.....	24
4.2	Pengujian jalan sepeda	26
BAB V PENUTUP.....		29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN.....		32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sepeda Listrik.....	8
Gambar 2.2 Accu 12 Volt 3,5 AH.....	9
Gambar 3.1 Sepeda.....	13
Gambar 3.2 Accu 12 Volt 3,5 AH	13
Gambar 3.3 Rangkaian Accu 48 V DC.....	13
Gambar 3.4 Penggabungan 4 Accu.....	20
Gambar 3.5 Proses Pengukuran Accu.....	20
Gambar 3.6 Pemasangan Kabel.....	21
Gambar 3.7 Isolasi Kertas.....	22
Gambar 3.8 Pembuatan Dudukan Baterai.....	23
Gambar 3.9 Pengelasan Dudukan Baterai.....	23
Gambar 3.10 Pemotongan Akrilik.....	24
Gambar 3.11 Perakitan Akrilik.....	25
Gambar 3.12 Pembuatan Penutup Baterai.....	26
Gambar 3.13 Pemotongan Besi Serbaguna Sebagai Dudukan Controller	26
Gambar 3.14 Pengelasan Dudukan Controller.....	27
Gambar 3.15 Dudukan Controller Yang Sudah Di Pasang.....	27
Gambar 3.16 Penggantian Tempat Duduk.....	28
Gambar 4.1 Sepeda Listrik.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	12
Tabel 3.2 Anggaran Biaya.....	14
Tabel 3.3 Alat Dan Bahan.....	18
Tabel 4.1 Keterangan Komponen-Komponen Sepeda.....	29
Tabel 4.2 Spesifikasi Sepeda.....	30
Tabel 4.3 Spesifikasi Accu.....	30
Tabel 4.4 Spesifikasi Alternator.....	30
Tabel 4.5 Spesifikasi Controller.....	31
Tabel 4.6 Pengujian Jarak Tempuh Dan Ketahanan Accu.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penggabungan Baterai	36
Lampiran 2 Pengukuran Tegangan Accu	37
Lampiran 3 Pengukuran Tegangan Accu	38
Lampiran 4 Pembuatan Dudukan Accu	39
Lampiran 5 Pembuatan dudukan controller	40
Lampiran 6 Persiapan uji coba sepeda Listrik	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 (LiFePO₄). 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.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses desain baterai accu 12 volt 3,5 AH menjadi baterai 48 V DC
2. Apa saja alat dan bahan yang dipakai untuk desain baterai accu 12 volt 3,5 AH menjadi baterai 48 V DC
3. Bagaimana perakitan baterai 48 V DC untuk penggunaan sepeda Listrik

1.3 Tujuan

1. Merancang konfigurasi empat buah accu 12 V 3,5 Ah yang disusun seri sehingga menghasilkan tegangan output 48 V DC untuk sepeda listrik.
2. Mengetahui dan mengidentifikasi alat serta bahan yang diperlukan dalam proses perakitan paket accu 48 V DC.
3. Menjelaskan langkah-langkah perakitan mulai dari penyusunan accu, pemasangan kabel, hingga pengecekan akhir untuk memastikan sistem aman dan siap digunakan pada sepeda listrik.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang dihasilkan dalam desain ini:

1. Memberikan panduan teknis dalam merancang dan merakit baterai 48 V DC berbasis accu 12 V 3,5 Ah untuk sepeda listrik.
2. Menambah pengetahuan mengenai prinsip kerja dan konfigurasi seri pada baterai timbal-asam (lead-acid) untuk aplikasi kendaraan listrik ringan.
3. Menyediakan informasi praktis yang dapat digunakan sebagai acuan bagi pembaca atau peneliti lain yang ingin membuat sistem baterai 48 V DC dengan bahan yang mudah didapat dan biaya terjangkau.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas penyusunan skripsi, penulis membagi sistematika menjadi lima bagian, dan masing-masing bagian bab telah dijelaskan sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan: Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka: Pada bab ini berisi tentang laporan penelitian yang pernah dilakukan para peneliti sebelumnya baik berupa skripsi, tesis, disertasi atau buku-buku yang diterbitkan maupun artikel atau jurnal dari internet.

Bab 3 Metodologi Penelitian: Pada bab ini berisikan metode-metode yang digunakan di dalam mengumpulkan data maupun dalam menganalisis data dalam menyelesaikan permasalahan yang dikemukakan.

Bab 4 Hasil Dan Pembahasan: Bab ini membahas hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian pada motor listrik dan melakukan perhitungan dan analisis data-data.

Bab V Penutup: Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem lebih lanjut atau penelitian lanjutan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sepeda listrik, atau yang sering disebut *e-bike*, adalah kendaraan yang menggabungkan fungsi sepeda tradisional dengan bantuan tenaga listrik. Sepeda ini dilengkapi dengan motor listrik dan baterai yang berfungsi untuk memberikan dorongan tambahan saat pengendara mengayuh. Konsep sepeda listrik telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya transportasi yang ramah lingkungan dan efisien.

Prinsip Kerja Baterai adalah perangkat yang menyimpan energi dalam bentuk energi kimia dan mengubahnya menjadi energi listrik saat dibutuhkan. Proses ini melibatkan reaksi elektrokimia yang terjadi di dalam sel baterai. Ketika baterai digunakan, reaksi ini menghasilkan aliran elektron dari anoda ke katoda, yang menciptakan arus listrik. Sebaliknya, saat baterai diisi, arus listrik eksternal memicu reaksi kimia yang mengembalikan elektron ke anoda. Pemahaman tentang prinsip kerja ini sangat penting untuk merancang baterai yang efisien dan tahan lama.

Karakteristik Tegangan 48 Volt DC: Tegangan 48volt DC dipilih untuk sepeda listrik karena memberikan keseimbangan antara performa dan efisiensi. Tegangan yang lebih tinggi dapat mengurangi arus yang diperlukan untuk menghasilkan daya yang sama, sehingga mengurangi kehilangan daya akibat resistansi dalam kabel. Selain itu, sistem 48 volt juga memungkinkan penggunaan motor yang lebih kuat, yang dapat meningkatkan akselerasi dan kecepatan maksimum sepeda listrik.

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan desain dan pengembangan baterai untuk sepeda listrik. Penelitian ini mencakup analisis performa baterai, efisiensi pengisian, serta pengaruh berat dan ukuran baterai terhadap kinerja sepeda listrik.

Efisiensi Pengisian Penelitian oleh Kim dan Park (2019) mengindikasikan bahwa metode pengisian cepat dapat meningkatkan efisiensi, tetapi dapat

mempengaruhi umur baterai. Pengisian cepat dapat menyebabkan peningkatan suhu yang berlebihan, yang dapat mempercepat degradasi material di dalam baterai. Oleh karena itu, penting untuk merancang sistem pengisian yang dapat memaksimalkan efisiensi tanpa mengorbankan umur baterai.

Pengaruh Berat dan Ukuran Penelitian oleh Lee et al. (2021) menunjukkan bahwa berat dan ukuran baterai berpengaruh signifikan terhadap kinerja sepeda listrik. Baterai yang lebih ringan dapat meningkatkan kecepatan dan efisiensi, sedangkan baterai yang lebih besar dapat menyediakan lebih banyak energi tetapi menambah beban. Oleh karena itu, desain baterai harus mempertimbangkan trade-off antara kapasitas energi dan bobot untuk mencapai performa optimal.

Desain baterai 48 V DC yang dirakit dari empat accu 12 V 3,5 Ah merupakan pilihan ekonomis dan mudah diakses untuk sistem sepeda listrik (e-bike). Accu tipe lead-acid ini memiliki karakteristik tegangan nominal 12 V—dihasilkan oleh enam sel bertegangan sekitar 2 V per sel—dan saat dirangkai seri sebanyak empat unit, menghasilkan tegangan sistem sebesar 48 V, dengan kapasitas arus tetap di level rated (3,5 Ah). Prinsip ini sederhana, namun penggunaan baterai lead-acid menghadirkan sejumlah tantangan teknis seperti efisiensi, bobot, dan umur siklus.

2.2 Sepeda Listrik

Sepeda listrik adalah sepeda dengan sistem tambahan motor listrik sebagai sumber tenaga penggerak selain pedal. Ada berbagai macam varian sepeda listrik salah satunya Pedelec yang memiliki sistem motor kecil hingga sepeda listrik dengan kecepatan yang hampir sama dengan sepeda motor bertenaga mesin.

Sepeda listrik merupakan kombinasi sinergis antara elemen mekanis dan elektronik. Komponen intinya meliputi sumber energi (baterai), motor listrik, sistem kontrol (termasuk sensor dan controller), throttle, serta antarmuka pengguna seperti display atau remote aplikasi.

Baterai tidak hanya menentukan jarak tempuh dan performa, tetapi juga sisi keselamatan dan kenyamanan sepeda listrik. Energi disimpan dalam bentuk ampere-hour (Ah) dan watt-hour (Wh), di mana Wh/kg menjadi indikator utama

estimasi jangkauan sejauh mana sepeda dapat menempuh pada satu pengisian. Transformasi dari tenaga manusia ke motor listrik bisa mengurangi beban fisik dan memperluas jangkauan efektif.

Dalam perancangan sistem baterai 48 V DC dari empat accu 12 V 3,5 Ah, prinsip sistem e-bike di atas menjadi landasan fundamental. Meskipun teknologi ini sederhana dibandingkan lithium yang lebih efisien, pemahaman mendalam akan struktur – dari komponen, prinsip kerja, hingga efisiensi – memberikan pijakan akademik yang kuat. Pengetahuan ini penting saat merancang integrasi *controller*, sensor, dan manajemen baterai agar sistem berjalan aman, efisien, dan *responsive*.



Gambar 2.1 Sepeda Listrik

2.3 Accu 12 Volt 3,5 AH

Accu 12 V biasanya terdiri dari enam sel seri, masing-masing dengan voltase nominal sekitar 2,1 V, sehingga tegangan total mencapai 12 V. Dalam sel terjadi reaksi redoks antara timbal (Pb) dan timbal dioksida (PbO₂) dalam larutan asam sulfat. Namun secara praktis, energi yang dihasilkan hanya sekitar 30–40 Wh/kg akibat bobot berat dan struktur internal komponen.

Accu 12 V 3,5 Ah biasanya memiliki:

- Internal resistance sekitar 32–36 mΩ

- Siklus hidup: sekitar 200 kali pengosongan penuh (100 % DOD), dan hingga 500 kali pada 50 % DOD
- Tegangan pengisian: float charge berkisar antara 13,5–13,8 V; pengisian penuh antara 14,4–15 V

Performa baterai sangat dipengaruhi suhu operasi. Suhu tinggi mempercepat evaporasi elektrolit dan korosi plat positif, sedangkan suhu rendah memperlambat reaksi kimia. Jika baterai sering berada dalam kondisi pengosongan parsial, risiko sulfasi meningkat—endapan PbSO_4 bisa menyumbat pori-pori plat dan menurunkan kapasitas baterai secara permanen



Gambar 2.2 ACCU 12 volt 3,5 AH

Komponen-komponen Utama Accu 12 V 3,5 Ah sebagai berikut

1. Kotak atau wadah (Contrainer/Case)

Terbuat dari plastik ABS tahan benturan dan kimia, kotak ini menjadi tempat semua komponen internal. Penutup atas dilengkapi ventilasi atau katup untuk melepaskan gas berlebih saat pengisian berlebih (*overcharge*).
2. Pelat (Grid dan Elektroda Positif/Negatif)
 - Grid (Rangka Pelat): Terbuat dari paduan timbal-kalsium atau timbal-kalsium-timah yang memberikan dukungan mekanis kuat dan tahan terhadap korosi sekaligus meminimalkan *self-discharge*.

- Elektroda Positif: Terbuat dari timbal dioksida (PbO_2).
- Elektroda Negatif: Terbuat dari timbal murni. Kombinasi ini memungkinkan terjadinya reaksi redoks yang menyimpan dan melepaskan energi Listrik.

3. Separator/Penyekat Sel

Separator memisahkan pelat positif dan negatif untuk mencegah arus pendek, dan terbuat dari bahan berpori seperti gelas serat atau plastik tahan asam.

4. Larutan Elektrolit

Merupakan campuran antara asam sulfat (H_2SO_4) dan air dengan berat jenis sekitar 1,270. Elektrolit ini memungkinkan ion bergerak untuk reaksi pengisian dan pengosongan.

5. Katup Pengaman (Relief Valve)

Di tipe VRLA, terdapat katup tekanan yang membuka ketika gas (H_2/O_2) menumpuk akibat overcharge, lalu menutup kembali setelah gas dilepas. Ini menjaga baterai tetap maintenance-free dan aman digunakan dalam berbagai orientasi.

6. Terminal Baterai (Kutub Positif/Negatif)

Terhubung ke grid melalui konduktor plat strap untuk mengeluarkan atau menerima arus ke luar baterai. Terminal ini biasanya dilapisi timah agar tahan korosi.

7. Ventilasi atau Lubang Pengisian (pada tipe konvensional)

Pada baterai basah, lubang ini digunakan untuk menambah air suling dan sebagai media pengeluaran gas. Pada tipe VRLA, fungsi ventilasi digantikan oleh sistem katup internal yang menjaga tekanan optimal

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Manado dilaksanakan dari bulan Maret sampai pada bulan Juni 2025.

Tabel 3.1 Tabel Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Bulan																			
		Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyusunan Proposal Skripsi	■	■	■	■																
2	Sidang Proposal					■															
3	Pengambilan Data						■	■	■												
4	Pengolahan Data							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
5	Penyusunan Skripsi dan Asistensi									■	■	■	■	■	■	■	■				
6	Ujian Skripsi																	■	■		
7	Revisi																			■	■
8	Selesai																			■	■

3.2 Data yang dibutuhkan

- a. Sepeda



Gambar 3.1 Sepeda

b. Accu 12 Volt 3,5 AH



Gambar 3.2 ACCU 12 VOLT 3,5 AH

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengujian langsung terhadap berbagai desain dan konfigurasi baterai. 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.

3.4 Cara pengolahan data

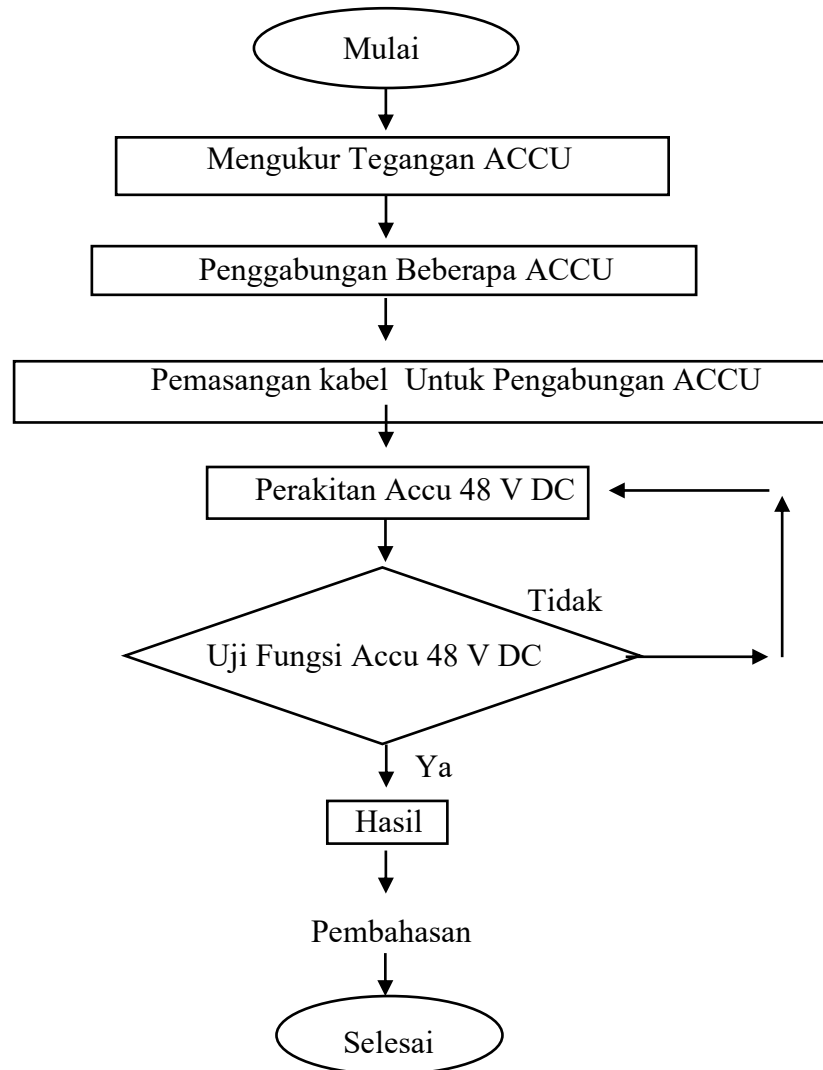
- Menghitung tegangan accu
- Menghitung tegangan dari setiap accu yang di seri

3.5 Anggaran Biaya

Tabel 3.2 Anggaran biaya

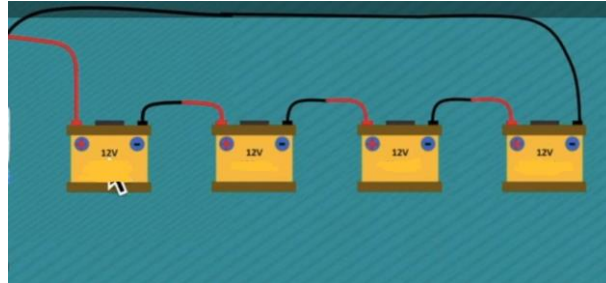
No	Keterangan	Jumlah	Harga Satuan	Harga
1.	Accu	4	Rp. 250.000	Rp. 1.000.000
2.	Kabel 1 roll 0,85mm x 20m	1	Rp. 28.500	Rp. 28.500
3.	Timah solder 1 roll 0,8 mm x 55 m	1	Rp. 27.000	Rp. 27.000
4.	Kabel kawat 2,5 m	1	Rp. 10.000	Rp. 25.000
5.	Controller	1	Rp. 290.000	Rp. 290.000
6.	Step down	2	Rp. 49.000	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

3.6 Diagram Alir



3.7 Gambar Wiring

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









Gambar 3.3 Rangkaian accu 48 V DC

3.8 Alat Dan Bahan

Berikut ini adalah alat dan bahan yang digunakan dalam proses desain baterai 48 V DC untuk penggunaan sepeda listrik :

Tabel 3.3 Alat dan bahan

No	Alat Dan Bahan	Gambar
1.	Multimeter	
2.	Solder	

		
5.	Timah solder	
7.	Kabel kawat	
8.	Isolasi kertas	
9.	Kabel roll 2 buah merah dan hitam 5M	

10.	Trafolas	
11.	Gurinda	
12.	Mata Potong	
13.	Kawat las RB26	

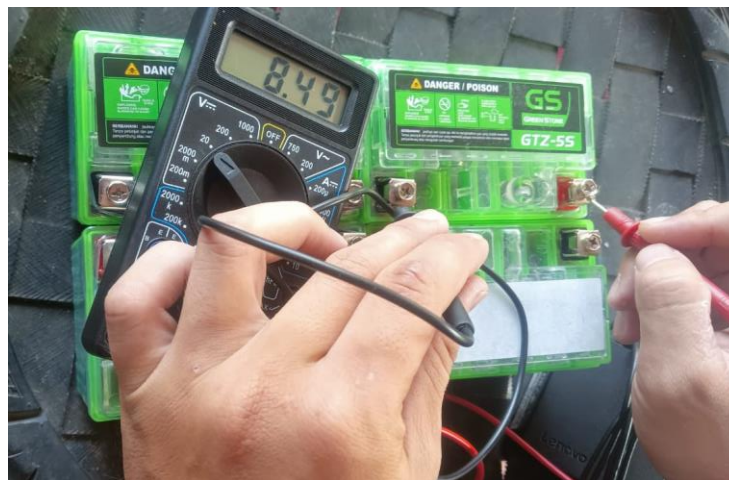
3.9 Desain baterai ACCU 12 VOLT 3,5 AH menjadi baterai 48 V DC

- Penggabungan Accu 12 V 3,5 AH



Gambar 3.4 Penggabungan 4 Accu

- Pengukuran tegangan setiap accu



Gambar 3.5 Proses pengukuran accu

- Penyusunan sambungan kabel dilakukan secara seri antar unit accu, dengan tujuan untuk mengakumulasi tegangan hingga mencapai nilai total sebesar 48 Volt



Gambar 3.6 Pemasangan kabel

- Kemudian accu di bungkus menggunakan isolasi kertas



Gambar 3.7 Isolasi kertas

3.10 Proses Perancangan Sepeda

➤ Proses Pembuatan Dudukan Baterai

- Pertama-tama adalah membuat dudukan kaki baterai menggunakan besi. Besi siku dipotong dengan lebar 12.5 cm lalu di lakukan pemotongan sebagian pada bagian kedua ujung besi siku dengan masing-masing panjang 29 mm.



Gambar 3.8 Pembuatan dudukan baterai

- Lalu dudukan baterai yang sudah di buat di las pada rangka sepeda berdekatan dengan dudukan baterai



Gambar 3.9 Pengelasan dudukan baterai

- Kemudian pembuatan pelindung baterai menggunakan akrilik. Tebal ukuran akrilik berukuran 4 mm, dan dipotong dengan ukuran panjang akrilik 29 cm, tinggi akrilik sebelah kanan 8,5 cm dan selanjutnya bagian kiri dipotong dengan ukuran 4,5 cm. Lebar keseluruhan 11,6 cm



Gambar 3.10 Pemotongan akrilik

- Setelah akrilik dipotong, kemudian akrilik dirangkai menjadi bentuk kotak di lem dengan menggunakan lem lembak



Gambar 3.11 Perakitan akrilik

- Langkah selanjutnya pembuatan penutup atas menggunakan besi siku dan dipotong dengan ukuran masing-masing bagian kiri kanan berukuran 30 cm, lebar 14 cm. Dan setelah besi dipotong lalu besi di las untuk menahan dan menutup atas baterai



Gambar 3.12 Pembuatan penutup baterai

➤ **Proses Pembuatan Dudukan Controller**

- Selanjutnya pembuatan dudukan dari controller dengan menggunakan besi serbaguna dipotong menjadi 2 bagian, dan masing-masing lebar bagian berukuran 5 cm, lalu panjang dudukan besi yang akan di las 17,5 cm



Gambar 3.13 pemotongan besi serbaguna sebagai dudukan controller

- Setelah besi serbaguna dipotong, besi kemudian di las di sepeda untuk menjadi dudukan controller



Gambar 3.14 Pengelasan dudukan controller

- Setelah besi serbaguna di las di sepeda, maka controller siap dipasang



Gambar 3.15 Dudukan controller sudah di pasang

- **Proses Penggantian Tempat Duduk Sepeda**
 - Tempat duduk yang lama dibuka dan dipasang dengan tempat duduk yang baru.



Gambar 3.16 Penggantian tempat duduk

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi sepeda listrik

Adapun model yang digunakan dalam sepeda listrik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Gambar sepeda listrik

Tabel 4.1 Keterangan komponen – komponen sepeda

No	Keterangan
1.	Controller
2.	Accu
3.	Motor Listrik
4.	Penggerak

- **Sepeda**

Tabel 4.2 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 4.3 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 4.4 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 4.5 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

4.2 Pengujian jalan sepeda

4.2.1. Data pengujian awal 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.

4.2.2. 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.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat apakah sistem kelistrikan bekerja dengan baik, 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 4.6 Pengujian jarak tempuh dan ketahanan Accu

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

Dan dari hasil data pengujian tersebut dapat disimpulkan ketahan accu sepeda listrik mampu bertahan hingga jarak tempuh 5 km dengan waktu yang di tempuh 15 menit.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada hasil pengujian jarak tempuh maksimum dengan menggunakan 4 buah accu yang di seri yaitu dapat menempuh jarak 5 km, dengan beban 89 kg. Dengan ketahanan baterai 15 menit. dan kapasitas baterai yang terpakai 185 Ampere Hour.
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.
3. Masalah teknis seperti pelelehan kabel pada awal pengujian berhasil diatasi dengan mengganti kabel ke spesifikasi yang lebih tinggi, menunjukkan pentingnya pemilihan komponen yang tepat.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, berikut adalah saran untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut:

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.
4. Implementasi sistem pengisian daya pintar (smart charging) dapat

meningkatkan efisiensi dan memperpanjang umur baterai.

5. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan desain baterai dengan kapasitas dan jangkauan yang lebih besar, serta penggunaan teknologi baru seperti baterai lithium iron phosphat yang lebih stabil dan aman.

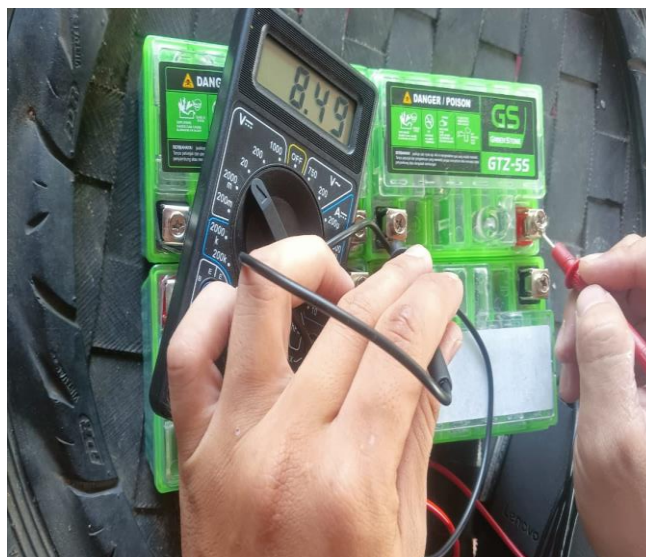
DAFTAR PUSTAKA

- Ceraolo, M. (2000). *New dynamical models of lead–acid batteries*. IEEE Transactions on Power Systems.
- Ehsani, M., Gao, Y., & Longo, S. (2018). *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design*. CRC Press.
- Fajar Sodiq. 2015. *Desain Sepeda Listrik untuk Ibu Rumah Tangga sebagai Sarana Transportasi Sehari-hari yang Dapat Diproduksi UKM Lokal*
- JT Santoso. 2022. *SEPEDA LISTRIK: Perencanaan, Perakitan, Perbikan*.
- Patel, A., & Chaudhari, R. (2019). *A Study of Electric Bike – Future Needs*. International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, 5(4).
- JT Santoso. 2022. *SEPEDA LISTRIK: Perencanaan, Perakitan, Perbikan*.
- Lee, S. et al. (2017). *Modeling and Validation of 12V Lead-Acid Battery for Stop-Start Technology*. SAE International Journal.
- N. M. A. Wijaya¹, I. N. S. Kumara², C. G. I. Partha³, Y. Divayana. 2021
PERKEMBANGAN BATERAI DAN CHARGER UNTUK Mendukung Pemasarakatan Sepeda Listrik di Indonesia
- Salvian Ilham Prayoga. 2017. *DESAIN SEPEDA LISTRIK SEBAGAI SARANA PENUNJANG MOBILITAS STAFF INDUSTRI PT.INKA*. Faculty of Civil Enginnering and Planning Sepuluh Nopember Institute of Technology Surabaya 2017.
- Zhang, et al. 2020. *Analisis Performa Baterai Lithium-ion pada Sepeda Listrik*.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Penggabungan Baterai



Lampiran 2. Pengukuran Tegangan Accu



Lampiran 3. Pengukuran Tegangan Accu



Lampiran 4 Pembuatan Dudukan Accu









Lampiran 5 Pembuatanudukan controler



Lampiran 6 Persiapan uji coba sepeda listrik



FORMULIR		FM-144 ed.A rev.0	ISSUE: A	Issued:14-04-2025	UPDATE: 0	Updated: 00-00-0000
 POLITEKNIK NEGERI MANADO 						
DAFTAR ASISTENSI SKRIPSI						
Nama : <u>LESEM ALEN WAILY MANATO</u> NIM : <u>310302038</u> Jurusan : <u>TEKNIK MESIN</u> Program Studi : <u>TEKNOLOGI KEHAYATAN MEKATRONIKA</u> Judul Skripsi : <u>DESAIN BATERAI SEPEDA LISTRIK DENGAN TEGANGANNYA 48 Volt D.C MENGUNAKAN 4 BAHAN ACCU 12 Volt 3.5 Ah</u> Pembimbing I : <u>Dr. Silvy D. Boedi, ST, MT</u>						
No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing			
1.	28/02/25	Bimbingan Pembacaan proposal				
2.	05/03/25	Revisi Pembacaan				
3.	11/03/25	Siap maju ujian				
4.	15/03/25	Bimbingan Pengumpulan alat-alat				
5.	09/04/25	Bimbingan untuk Pembacaan Jurnal				
6.	12/04/25	Laporan hasil rancang bangun alat				
7.	14/05/25	Laporan perkembangan hasil rancang alat				
8.	22/05/25	Laporan hasil desain bantol				
9.	25/06/25	Siap maju ujian Skripsi				
10.	1/07/25	revisi pembacaan				
11.	01/07/25	Laporan pembuatan ulang bantol				
12.	19/07/25	Hasil pembuatan bantol				

FORMULIR		FM-144 ed.A rev.D	ISSUE: A	Issued:14-04-2025	UPDATE: 0	Updated: 00-00-0000
 POLITEKNIK NEGERI MANADO 						
DAFTAR ASISTENSI SKRIPSI						
Nama : <u>IGORAH ALEX WANLY RAMON</u> NIM : <u>21090032</u> Jurusan : <u>TEKNIK MEDIS</u> Program Studi : <u>TEKNOLOGI REHABILITASI NEUROLOGIS</u> Judul Skripsi : <u>DESAIN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LISTRIK BERBASIS TEKNOLOGI EEG UNTUK DETEKTIFIKASI ARAH KECERDASAN DAN VIBRASI</u> Pembimbing 2 : <u>ALBERTO N. PEGEL, S.T., M.T.</u>						
No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing			
1.	02/03/25	Bimbingan Revisi proposal				
2.	04/03/25	Revisi Revisi proposal				
3.	11/03/25	Sisa revisi yang				
4.	18/03/25	konsep pengumpulan alat &				
5.	25/03/25	kerangka alat				
6.	12/04/25	Test pengujian alat				
7.	14/04/25	revisi ulang alat				
8.	22/04/25	Pengujian alat				
9.	28/04/25	Sisa revisi yang Steps:				
10.	11/07/25	revisi Revisi				
11.	04/07/25	revisi: Revisi Revisi Revisi				
12.	19/07/25	Revisi Revisi Revisi				