

# **Perancangan Kit Konversi Sepeda Listrik Untuk Jalan Menanjak**

## **Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Jaka Nugraha

221421012



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANCANGAN MANUFAKTUR**

**JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR**

**POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:  
**PERANCANGAN KIT KONVERSI SEPEDA LISTRIK UNTUK  
JALAN MENANJAK**

Oleh:  
Jaka Nugraha  
221421012

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 24 Juli 2025

Disetujui,  
Pembimbing I,



**Metha Islameka, S.Pd., M.T.**  
NIP. 199604152022032015

Disahkan,  
Penguji I,



**Ade Ramdan, S.ST., M.T.**  
NIP. 198008092008101001

Penguji II,



**Iman Apriana Effendi, S.T., M.T.**  
NIP. 197504172005011004

Penguji III,



**Nuryanti, S.T., M.Sc.**  
NIP. 197604262009122002

## Pernyataan Orisinalitas

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jaka Nugraha  
NIM : 221421012  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma IV  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Perancangan Kit Konversi Sepeda Listrik Untuk Jalan Menanjak

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 24 Juli 2025  
Yang Menyatakan,



Jaka Nugraha  
NIM 221421012

## Pernyataan Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jaka Nugraha  
NIM : 221421012  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma IV  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Perancangan Kit Konversi Sepeda Listrik Untuk Jalan Menanjak

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 24 Juli 2025  
Yang Menyatakan,



Jaka Nugraha  
NIM 221421012

## Halaman Moto

"Kesabaran bukan tentang menunggu, tapi tentang bagaimana tetap tenang dan positif saat menghadapi tantangan."

"Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan Shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar." Surah Al-Baqarah (2:153)

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak, kakek, paman, bibi, dan teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. *Jazakallahu Khairan*

## Kata Pengantar

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, *Alhamdulillah* penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Perancangan Kit Konversi Sepeda Listrik untuk Jalan Menanjak”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengutarakan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, S.ST., M.T., IPM.
3. Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Ibu Dinny Indrian S.Tr., M.T.
4. Pembimbing 1 tugas akhir, Ibu Metha Islameka, S.Pd., M.T. atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing saya. Semoga segala kebaikan dan dedikasi

yang telah diberikan senantiasa membawa keberkahan dan kesuksesan dalam setiap langkah ke depan.

5. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Isah (*Almarhumah*) dan Bapak Eman (*Almarhum*) yang telah memberikan kasih sayang, doa, serta pengorbanan tanpa batas semasa hidupnya. Meski kini telah tiada, kedua orang tua saya akan selalu ada di dalam hati saya dan menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Untuk kakak, kakek, paman, bibi, dan semua keluarga besar saya yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Untuk sahabat-sahabat saya: Dwiki, Jela, rekan-rekan DEC-1, DEC-2, DE-21, KMI yang selalu hadir dalam setiap langkah perjalanan ini. Dukungan, semangat, dan kebersamaan yang rekan-rekan berikan telah menjadi sumber kekuatan bagi saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. *Aamiin Ya Robbal Alamin.*

Bandung, Juli 2025

Jaka Nugraha

## Abstrak

Perkembangan kendaraan listrik di Indonesia meningkat pesat, terutama setelah diterbitkan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Sepeda listrik menjadi alternatif transportasi ramah lingkungan yang populer karena mobilitas dan ergonominya. Kit konversi menawarkan solusi ekonomis untuk mengubah sepeda konvensional menjadi listrik, namun penambahan bobot dan ruang pemasangan berisiko menurunkan performa khususnya di medan menanjak. Kit konversi biasanya terdiri dari komponen utama, seperti baterai, motor, kontroler, dan sistem kontrol kecepatan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konfigurasi sistem kit konversi yang optimal, dengan mempertimbangkan pemilihan komponen, sehingga mampu memberikan performa yang memadai pada kondisi jalan menanjak. Proses perancangan menggunakan *software SolidWork*, dan untuk metodenya menggunakan metode perancangan Karl T. Ulrich. Alur proses penelitian ini meliputi empat tahapan, yaitu *planning*, *concept development*, *system-level design*, dan *detail design*. Hasil analisis gaya, torsi, dan daya menunjukkan konfigurasi kit yang terpilih adalah motor *mid drive* 500 W, baterai *lithium ion* 36 V 10,5 Ah, dan sistem kendali berbasis *pedal assist sensor* (PAS). Sistem memerlukan daya maksimum 460,15 W pada tanjakan 15° dengan kecepatan 10 km/jam, dan baterai 378 Wh mendukung jarak tanjakan hingga 6 Km. Penempatan motor di *bottom bracket* memastikan distribusi beban seimbang serta efisiensi transmisi, sementara PAS meningkatkan respons sistem. Konfigurasi ini terbukti optimal untuk aplikasi jalan menanjak.

Kata kunci: Kendaraan Listrik, Kit Konversi, Metode Perancangan Karl T. Ulrich, Sepeda Listrik

## **Abstrak**

*The development of electric vehicles in Indonesia has accelerated significantly, especially after the issuance of Presidential Regulation Number 55 of 2019 regarding the acceleration of battery electric vehicle programs. Electric bicycles have emerged as a popular eco-friendly transportation alternative due to their high mobility and ergonomic design. Conversion kits offer an economical solution for transforming conventional bicycles into electric ones; however, added weight and space constraints may reduce performance, particularly on uphill terrain. A typical conversion kit consists of key components such as a battery, motor, controller, and speed control system. This study aims to determine the optimal configuration of the conversion kit by selecting components that deliver sufficient performance under uphill conditions. The design process utilizes SolidWorks software and adopts Karl T. Ulrich's design methodology, which consists of four stages: planning, concept development, system level design, and detailed design. Analysis of force, torque, and power indicates that the chosen configuration comprises a 500 W mid drive motor, a 36 V 10.5 Ah lithium ion battery, and a pedal assist sensor (PAS) based control system. The system requires a maximum power of 460.15 W to climb a 15° incline at 10 km/h, and the 378 Wh battery supports uphill travel up to 6 km. Positioning the motor at the bottom bracket ensures balanced load distribution and transmission efficiency, while PAS enhances system responsiveness. This configuration is proven optimal for uphill applications.*

*Keywords: Conversion Kit, Electric Vehicle, Electric Bicycle, Karl T. Ulrich Design Method*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>Pernyataan Orisinalitas</b> .....	<b>ii</b>
<b>Pernyataan Hak Kekayaan Intelektual (HKI)</b> .....	<b>iii</b>
<b>Halaman Moto</b> .....	<b>iv</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>v</b>
<b>Abstrak</b> .....	<b>vii</b>
<i>Abstrak</i> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
I.1    Latar Belakang .....	I-1
I.2    Rumusan Masalah .....	I-3
I.3    Batasan Masalah .....	I-3
I.4    Tujuan dan Manfaat .....	I-4
I.5    Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
II.1    Konsep Energi .....	II-1
II.2    Sepeda .....	II-3
II.2.1    Komponen Sepeda MTB .....	II-4
II.2.2    Tipe Sepeda Berdasarkan Tenaga Penggerak .....	II-9
II.2.3    Macam-macam Gaya pada Sepeda .....	II-10
II.3    Kit Konversi .....	II-12
II.3.1    Komponen Kit Konversi .....	II-13
II.4    Metode Perancangan Karl T. Ulrich .....	II-20
II.5    Studi Penelitian Terdahulu .....	II-23
<b>BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH</b> .....	<b>III-1</b>
<i>III.1    Planning</i> .....	III-2

III.1.1	Penjabaran Tugas .....	III-2
III.1.2	Studi Literatur .....	III-3
III.1.3	Identifikasi Peluang .....	III-12
III.1.4	Perencanaan Produk.....	III-13
<i>III.2</i>	<i>Concept Development</i> .....	III-14
III.2.1	Identifikasi Kebutuhan Pelanggan .....	III-15
III.2.2	Menentukan Spesifikasi Produk .....	III-16
III.2.3	Pengembangan Konsep.....	III-17
III.2.4	Pemilihan Konsep .....	III-28
III.2.5	Perbandingan dengan Produk Kompetitor .....	III-31
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1	Penentuan Spesifikasi Komponen.....	IV-1
IV.1.1	Data Awal Perhitungan.....	IV-1
IV.1.2	Perhitungan Gaya-gaya.....	IV-3
IV.1.3	Perhitungan Gaya-gaya pada Jalan Mendatar.....	IV-6
IV.1.4	Perhitungan Gaya-gaya pada Jalan Menanjak.....	IV-24
IV.1.5	Perhitungan Torsi <i>Sprocket</i> Depan Terhadap Belakang.....	IV-27
IV.1.6	Torsi <i>Sprocket</i> Depan pada Jalan Menanjak.....	IV-28
IV.1.7	Torsi <i>Sprocket</i> Depan pada Jalan Mendatar .....	IV-32
IV.1.8	Perhitungan Daya Motor .....	IV-34
IV.1.9	Daya Motor pada Jalan Mendatar.....	IV-35
IV.1.10	Daya motor pada Jalan menanjak.....	IV-47
IV.1.11	Perhitungan Spesifikasi Baterai.....	IV-53
IV.1.12	Menentukan Spesifikasi Komponen Utama .....	IV-56
IV.2	Analisis Performa.....	IV-57
IV.2.1	Pada Jalan Menanjak .....	IV-58
IV.2.2	Pada Jalan Mendatar .....	IV-60
IV.2.3	Pada Jalan Kombinasi.....	IV-60
IV.3	Prosedur Pemasangan Kit Konversi.....	IV-62
IV.3.1	Pemeriksaan dan Persiapan.....	IV-63
IV.3.2	Pelepasan <i>Bottom Bracket</i> .....	IV-67
IV.3.3	Pemasangan Kit .....	IV-68

IV.3.4	Pengujian Sistem .....	IV-72
IV.4	Analisis Statis Rangka .....	IV-74
IV.5	Analisis Statis pada <i>Bottom Bracket</i> .....	IV-76
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>V-1</b>
V.1	Kesimpulan .....	V-1
V.2	Saran.....	V-3
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>xvii</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>xxi</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Spesifikasi sistem penggerak <i>United Detroit 4.1</i> [5] .....	II-7
Tabel II.2 Besar hambatan udara pada posisi pengemudi sepeda [15] .....	II-11
Tabel II.3 Koefisien hambatan gelinding.....	II-11
Tabel III.1 Spesifikasi sepeda .....	III-3
Tabel III.2 Perbandingan jenis motor.....	III-4
Tabel III.3 Perbandingan jenis baterai .....	III-7
Tabel III.4 Perbandingan jenis kontroler .....	III-9
Tabel III.5 Perbandingan jenis pengontrol kecepatan.....	III-10
Tabel III.6 Studi pemasangan kit konversi .....	III-11
Tabel III.7 Daftar tuntutan .....	III-17
Tabel III.8 Alternatif prinsip solusi.....	III-21
Tabel III.9 Penggabungan prinsip solusi.....	III-22
Tabel III.10 Kelebihan dan kekurangan alternatif 1 .....	III-23
Tabel III.11 Performa dan <i>cost</i> alternatif 1 .....	III-24
Tabel III.12 Kelebihan dan kekurangan alternatif 2 .....	III-25
Tabel III.13 Performa dan <i>cost</i> alternatif 2 .....	III-26
Tabel III.14 Kelebihan dan kekurangan alternatif 3 .....	III-27
Tabel III.15 Performa dan <i>cost</i> alternatif 3 .....	III-28
Tabel III.16 Penilaian aspek teknis .....	III-29
Tabel III.17 Penilaian aspek ekonomis .....	III-29
Tabel III.18 Pembobotan aspek teknis dan ekonomis.....	III-30
Tabel III.19 Perbandingan dengan kompetitor.....	III-31
Tabel IV.1 Data fisik sistem.....	IV-1
Tabel IV.2 Data kondisi lingkungan .....	IV-2
Tabel IV.3 Data operasi sistem .....	IV-3
Tabel IV.4 Hasil gaya-gaya jalan mendatar .....	IV-23
Tabel IV.5 Hasil gaya-gaya jalan menanjak .....	IV-27
Tabel IV.6 Hasil torsi <i>sprocket</i> depan menanjak .....	IV-31
Tabel IV.7 Hasil torsi <i>sprocket</i> depan mendatar.....	IV-33
Tabel IV.8 Hasil perhitungan daya motor saat mulai berjalan dan konstan ....	IV-44

Tabel IV.9 Hasil perhitungan daya motor saat menanjak .....	IV-51
Tabel IV.10 Hasil perhitungan kapasitas baterai .....	IV-55
Tabel IV.11 Spesifikasi komponen .....	IV-56
Tabel IV.12 Rumus yang digunakan.....	IV-57
Tabel IV.13 Batas aman kombinasi <i>sprocket</i> .....	IV-58
Tabel IV.14 Hasil analisis jalan menanjak.....	IV-59
Tabel IV.15 Hasil analisis jalan mendatar .....	IV-60
Tabel IV.16 Hasil analisis jalan kombinasi.....	IV-61
Tabel IV.17 Alat pelepasan BB .....	IV-64
Tabel IV.18 Alat dan bahan pemasangan kit konversi .....	IV-65
Tabel IV.19 Pelepasan BB .....	IV-67
Tabel IV.20 Pemasangan kit konversi .....	IV-68
Tabel IV.21 Pengujian baterai dan <i>display</i> .....	IV-72
Tabel IV.22 Pengujian <i>speed sensor</i> dan <i>display</i> .....	IV-73
Tabel IV.23 Besar pembebanan pada rangka.....	IV-74
Tabel IV.24 Sifat material 6061 Alloy[37].....	IV-74
Tabel IV.25 Hasil simulasi.....	IV-75
Tabel V.1 Ketercapaian daftar tuntutan .....	V-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Dinamo sepeda [4].....	II-2
Gambar II.2 Sepeda gunung <i>United Detroit 4.1</i> [5].....	II-3
Gambar II.3 Tipe sepeda yang dipakai di Jakarta pada 2020 [9].....	II-3
Gambar II.4 Rangka sepeda .....	II-4
Gambar II.5 Garpu depan sepeda[10] .....	II-5
Gambar II.6 Ban dan roda [11] .....	II-6
Gambar II.7 Rem sepeda [11] .....	II-6
Gambar II.8 Sistem penggerak sepeda [12] .....	II-7
Gambar II.9 Pedal sepeda [13].....	II-7
Gambar II.10 Setang sepeda [11].....	II-8
Gambar II.11 Sadel sepeda [11].....	II-8
Gambar II.12 Sepeda konvensional [14].....	II-9
Gambar II.13 Sepeda Listrik [14] .....	II-9
Gambar II.14 Kit konversi [16].....	II-12
Gambar II.15 <i>Hub drive motor</i> [18].....	II-13
Gambar II.16 <i>Mid drive motor</i> [18] .....	II-14
Gambar II.17 <i>Friction drive motor</i> [19].....	II-15
Gambar II.18 Kontroler [20].....	II-15
Gambar II.19 Baterai [20].....	II-16
Gambar II.20 <i>Throttle</i> [20].....	II-18
Gambar II.21 <i>Pedal assist sensor</i> [27].....	II-18
Gambar II.22 <i>Flowchart</i> metode perancangan Karl T. Ulrich [30].....	II-21
Gambar III.1 Diagram alir perancangan .....	III-1
Gambar III.2 Diagram fungsi keseluruhan.....	III-18
Gambar III.3 Diagram fungsi bagian .....	III-19
Gambar III.4 Struktur fungsi.....	III-19
Gambar III.5 Alternatif 1 .....	III-23
Gambar III.6 Alternatif 2 .....	III-25
Gambar III.7 Alternatif 3 .....	III-26
Gambar III.8 Polygon Cruise .....	III-32

Gambar III.9 Polygon kalosi klunker.....	III-33
Gambar III.10 Thrill E-volare .....	III-33
Gambar III.11 United Manrola .....	III-33
Gambar IV.1 DBB gaya-gaya yang terjadi pada jalan mendatar.....	IV-7
Gambar IV.2 DBB gaya-gaya yang terjadi pada sumbu y.....	IV-9
Gambar IV.3 DBB analisis momen roda belakang.....	IV-10
Gambar IV.4 DBB gaya traksi mendatar .....	IV-12
Gambar IV.5 DBB parameter mencari gaya pedal mendatar .....	IV-13
Gambar IV.6 DBB torsi roda belakang mendatar .....	IV-14
Gambar IV.7 DBB gaya rantai mendatar .....	IV-15
Gambar IV.8 DBB <i>sprocket</i> depan mendatar .....	IV-17
Gambar IV.9 DBB gaya pedal .....	IV-19
Gambar IV.10 DBB gaya-gaya yang terjadi pada jalan menanjak .....	IV-24
Gambar IV.11 DBB gaya gravitasi .....	IV-25
Gambar IV.12 DBB gaya traksi menanjak .....	IV-26
Gambar IV.13 DBB parameter mencari torsi <i>sprocket</i> depan menanjak.....	IV-28
Gambar IV.14 DBB torsi roda belakang menanjak .....	IV-28
Gambar IV.15 DBB gaya rantai menanjak .....	IV-29
Gambar IV.16 DBB torsi <i>sprocket</i> depan menanjak.....	IV-30
Gambar IV.17 Diagram torsi menanjak .....	IV-32
Gambar IV.18 Diagram torsi mendatar saat mulai berjalan .....	IV-34
Gambar IV.19 Diagram torsi mendatar saat konstan.....	IV-34
Gambar IV.20 Diagram daya mendatar saat mulai berjalan .....	IV-46
Gambar IV.21 Diagram daya mendatar saat konstan.....	IV-46
Gambar IV.22 Diagram daya menanjak .....	IV-52
Gambar IV.23 Rute jalan kombinasi.....	IV-61
Gambar IV.24 Diagram alir prosedur pemasangan kit .....	IV-63
Gambar IV.25 Pemeriksaan ukuran BBS dan BB motor.....	IV-64

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** *Curriculum Vitae*
- Lampiran 2** Rubrik Penilaian
- Lampiran 3** Data Rekomendasi Kombinasi *Sprocket*
- Lampiran 4** Hasil Kuesioner
- Lampiran 5** Rancangan 3D
- Lampiran 6** Gambar Kerja

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

- $F_{rB}$  = Gaya gelinding ban belakang ( $N$ )  
 $F_{rD}$  = Gaya gelinding ban depan ( $N$ )  
 $C_{rr}$  = Koefisien gelinding  
 $F_{nB}$  = Gaya normal ban belakang ( $N$ )  
 $F_{nD}$  = Gaya normal ban depan ( $N$ )  
 $F_d$  = Gaya hambatan udara ( $N$ )  
 $W$  = Massa total sepeda ( $N$ )  
 $d_W$  = Jarak titik berat ( $m$ )  
 $d_{F_{nD}}$  = Jarak roda depan ( $m$ )  
 $\rho$  = Massa jenis udara ( $kg/m^3$ )  
 $C_d$  = Koefisien *drag*  
 $v$  = Kecepatan ( $m/s$ )  
 $A$  = Luas penampang frontal ( $m^2$ )  
 $F_i$  = Gaya inersia ( $N$ )  
 $m$  = Masa benda ( $kg$ )  
 $a$  = Percepatan ( $m/s^2$ )  
 $F_g$  = Gaya gravitasi ( $N$ )  
 $g$  = Percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ )  
 $\theta$  = Sudut kemiringan tanjakan (dalam radian atau derajat)  
 $F_t$  = Gaya traksi mendatar ( $N$ )  
 $F_t'$  = Gaya traksi menanjak ( $N$ )  
 $F_c$  = Gaya rantai ( $N$ )  
 $R$  = Jari – jari roda belakang ( $m$ )  
 $r_{crank}$  = Jari – jari *crank* (lengan pedal) ( $m$ )  
 $r_{spD}$  = Jari – jari *sprocket* depan ( $m$ )  
 $r_{spB}$  = Jari – jari *sprocket* belakang ( $m$ )  
 $T_{roda}$  = Torsi roda belakang ( $Nm$ )  
 $T_{spD}$  = Torsi *sprocket* depan ( $Nm$ )  
 $T_{spB}$  = Torsi *sprocket* belakang ( $Nm$ )

$P$  = Daya motor (*Watt*)

$V$  = Tegangan (*V*)

$I$  = Arus (*A*)

$t$  = Waktu (*s*)

$s$  = jarak (*s*)

$C$  = Kapasitas baterai (*Ah*)

$E$  = Energi listrik (*Wh*)

$F_1$  = Gaya pengemudi (*N*)

$F_2$  = Gaya motor (*N*)

$D_o$  = Diameter luar BBS (*mm*)

$D_i$  = Diameter dalam BBS (*mm*)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Perkembangan kendaraan listrik di Indonesia telah mengalami kemajuan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, terutama setelah diterbitkannya Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2019 tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (*Battery Electric Vehicle*) [1]. Kepopuleran kendaraan listrik meningkat seiring banyaknya industri lokal yang memproduksi kendaraan listrik seperti PT Gaya Abadi Sempurna (SLIS), PT Indika Energi Tbk, PT Wijaya Karya Tbk (WIKA), dll [2].

Kendaraan listrik yang populer tidak hanya motor dan mobil saja, tetapi sepeda listrik juga menjadi salah satu alternatif transportasi ramah lingkungan. Dibandingkan dengan kendaraan listrik lain terutama motor listrik, sepeda listrik memiliki banyak keunggulan salah satunya pada segi mobilitas. Sepeda listrik dirancang dengan ergonomi yang nyaman dan mudah digunakan. Dengan fungsi seperti motor tetapi dengan rupa seperti sepeda, sepeda listrik cocok digunakan untuk jarak tempuh menengah, jalanan sempit, dan jalanan perkotaan untuk menghindari macet [3]. Selain mobilitasnya mudah, pengendara sepeda listrik tidak perlu khawatir dengan baterai habis karena sepeda listrik bisa dikayuh. Masih banyak keunggulan lainnya, seperti dari segi biaya, dampak terhadap lingkungan, dan surat izin.

Meskipun sepeda listrik banyak keunggulannya dibanding sepeda motor, beberapa orang masih mempertimbangkan beberapa hal untuk memilih antara sepeda konvensional atau sepeda listrik. Pertimbangannya antara lain adalah harga dan banyak orang yang sudah menjadikan sepeda konvensional menjadi sepeda favorit. Dengan seiring berkembangnya teknologi pada bidang kendaraan listrik, inovasi-inovasi terkait bidang tersebut semakin banyak salah satunya adalah kit konversi sepeda listrik.

Kit konversi sepeda listrik merupakan solusi inovatif untuk mengubah sepeda konvensional menjadi sepeda listrik. Dengan memasang kit konversi, sepeda akan

memiliki motor listrik yang dapat membantu tenaga kayuh terutama pada medan yang menantang seperti tanjakan. Kit konversi menjadi salah satu alternatif bagi pesepeda yang ingin meningkatkan sepedanya menjadi sepeda listrik tanpa harus meninggalkan sepeda konvensional dan dengan biaya lebih murah. Komponen dari kit konversi ini adalah motor listrik, baterai, kontroler, *throttle* atau *pedal assist sensor*, *display*, kabel, dan konektor. Pemasangan motor listrik tergantung pada jenis motornya yaitu *hub drive motor*, *mid drive motor*, dan *friction drive motor*.

Kit konversi memang menjadi alternatif untuk seseorang yang ingin meningkatkan fungsionalitas sepedanya. Namun, ada beberapa permasalahan yang timbul ketika memasang kit konversi yaitu terkait jumlah dan penempatan komponen terutama di jalanan menanjak. Jumlah komponen yang harus dipasang, seperti motor listrik, baterai, kontroler, dan sistem penggerak memiliki bobot sekitar  $\pm 8$  kg memerlukan ruang dan pengaturan yang tepat untuk pemasangan. Penambahan berat dan keterbatasan ruang ini dapat berdampak pada performa sepeda, khususnya saat digunakan di medan menanjak, di mana diperlukan torsi dan daya yang lebih besar. Dalam kondisi tersebut, konfigurasi sistem yang mencakup jenis dan spesifikasi motor, kapasitas baterai, serta sistem kendali menjadi faktor penting dalam menjaga kinerja sepeda listrik hasil konversi.

Oleh karena itu, pemilihan konfigurasi sistem kit konversi yang tepat diperlukan untuk meminimalkan dampak negatif dari penambahan komponen, serta untuk memastikan bahwa sepeda tetap mampu memberikan performa optimal pada kondisi tanjakan.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas tentang kit konversi sepeda listrik. Misalnya, penelitian oleh Muhammad Arsyad dan Nur Wahyuni (2021) yang memodifikasi sepeda konvensional menjadi sepeda listrik untuk menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan. Sepeda listrik ini menggunakan motor BLDC 350 W 48 V dan baterai *lithium ion* 48 V 9200 mAh. Hasilnya, sepeda listrik memiliki kecepatan rata-rata 25,84 km/jam dan jarak tempuh rata-rata 7,06 km per pengisian baterai. Selanjutnya, penelitian oleh Salman Alfaridzi Kinabalu Siregar dan Syahrial (2021) yang menghasilkan sepeda listrik untuk ibu rumah tangga perumahan dengan menggunakan motor BLDC 350 W dan baterai *lithium ion* 48

V 10 Ah. Hasilnya, sepeda listrik memiliki kecepatan maksimal 25 km/jam menggunakan energi maksimum baterai 480 Wh dengan durasi 1,57 jam dan jarak tempuh 39,18 km. Selain itu, ada pula penelitian oleh Hendarto Putra (2019) yang merancang sepeda menggunakan motor DC seri untuk mengetahui cara kerja sistem sepeda listrik dengan memanfaatkan generator, aki, dan motor listrik sebagai sumber penggerak. Penelitian ini menghasilkan sepeda listrik dengan motor DC seri 24 V, 350 W, dan generator DC magnet permanen 24 V yang menghasilkan daya 29 W. Sepeda ini menggunakan 4 aki 12 V 7,1 Ah. Hasil pengujian menunjukkan daya *output* untuk beban 80,6 kg sebesar 316,69 W, dan beban 90,6 kg sebesar 294,56 W. Kecepatan maksimum tanpa beban adalah 78,53 m/s. Pada penelitian-penelitian tersebut tidak ada pembahasan atau fokus pada pengaruh pemasangan kit konversi pada sepeda dan pada medan tertentu.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang kit konversi sepeda listrik dengan konfigurasi sistem yang optimal secara teknis, khususnya untuk menghadapi medan menanjak. Fokus utama perancangan ini adalah pada pemilihan jenis motor, kapasitas baterai, serta sistem kendali yang tepat agar mampu menghasilkan performa yang andal meskipun terjadi penambahan berat dan ruang akibat pemasangan kit. Dengan konfigurasi sistem yang tepat, penggunaan kit konversi diharapkan tetap memberikan daya dorong yang memadai dan efisiensi pemakaian energi pada kondisi jalan menanjak.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang akan diangkat penulis berdasarkan penjabaran dari latar belakang di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang kit konversi sepeda listrik yang mampu mempertahankan performa sepeda pada medan menanjak?
2. Bagaimana menentukan konfigurasi sistem kit konversi yang optimal?
3. Bagaimana menganalisis kebutuhan daya sepeda listrik hasil konversi agar sesuai dengan medan menanjak?

## **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan untuk perancangan kit konversi sepeda listrik yang digunakan pada medan jalan menanjak.
2. Rancangan kit konversi ini dikhususkan untuk sepeda MTB (*Mountain Bike*) dengan jenis rangka *hard tail*.
3. Rancangan kit konversi ini dibuat dengan memperhatikan aspek teknis.

#### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari perancangan kit konversi ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan rancangan kit konversi sepeda listrik yang mampu mempertahankan performa sepeda pada medan menanjak.
2. Menentukan konfigurasi sistem kit konversi yang optimal secara teknis, meliputi pemilihan jenis motor, kapasitas baterai, dan sistem kendali.
3. Menyusun rancangan teknis kit konversi yang efisien dan sesuai untuk diaplikasikan pada sepeda gunung (MTB) dengan jenis rangka *hard tail*.

Manfaat dari hasil perancangan kit konversi ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan referensi teknis dalam pemilihan konfigurasi sistem kit konversi sepeda listrik yang sesuai untuk medan menanjak.
2. Menjadi solusi alternatif yang efisien dalam mengubah sepeda konvensional menjadi sepeda listrik tanpa perlu membeli unit baru.
3. Sepeda listrik memiliki biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan kendaraan bermotor sehingga diharapkan dapat mengurangi pengeluaran masyarakat untuk transportasi sehari-hari.

#### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil dari perancangan dan jawaban yang telah dirumuskan untuk penyelesaian masalah. berisi rangkuman hasil dari proses perancangan serta rekomendasi yang diberikan sebagai tindak lanjut untuk penyempurnaan dan pengembangan di masa mendatang.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, berisi rangkuman hasil dari proses perancangan serta rekomendasi yang diberikan sebagai tindak lanjut untuk penyempurnaan dan pengembangan di masa mendatang.