



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**MODIFIKASI SEPEDA MANUAL MENJADI SEPEDA LISTRIK
DENGAN PENGUJIAN BERAT PENGEMUDI 65 KG**

PROYEK AKHIR

OLEH :

**ARFI DWI ANGGA
40040222650020**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
JULI 2026**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**MODIFIKASI SEPEDA MANUAL MENJADI SEPEDA LISTRIK
DENGAN PENGUJIAN BERAT PENGEMUDI 65 KG**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

OLEH:

**ARFI DWI ANGGA
40040222650020**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
JULI 2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Arfi Dwi Angga
NIM : 40040222650020
Tanda Tangan :

Tanggal : 03 Agustus 2026



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK**

Jalan Hayam Wuruk No. 3-4
Pleburan, Semarang Kode Pos 50241
Tel/Faks. (024) 8316333
<http://me.vokasi.undip.ac.id>
email: me.vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI,
SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK**

Jalan Prof. Sudarto, 511 Tembalang Semarang
Kode Pos 50275
Telp/Fax (024) 7471379
Laman www.vokasi.undip.ac.id
e-mail Vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 513/PA/RPM/III/2026

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

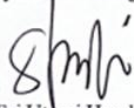
Nama : Arfi Dwi Angga
NIM : 40040222650020
Judul Proyek Akhir : Modifikasi Sepeda Manual Menjadi Sepeda Listrik
Dosen Pembimbing : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng.
NIP : 196809011998021001

Isi Tugas:

1. Mendesain sepeda hibrida dan Pembuatan gambar teknik sebagai pendukung laporan.
2. Mempersiapkan komponen pendukung sepeda hibrida.
3. Melakukan pengujian sepeda hibrida, meliputi pengujian kecepatan sepeda, pengujian daya motor listrik, pengujian konsumsi energi baterai, serta pengujian jarak tempuh sepeda listrik.
4. Menyusun laporan akhir berdasarkan hasil perancangan, proses fabrikasi, hasil pengujian, dan analisis. Termasuk penyusunan kesimpulan dan saran pengembangan alat.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 06 Maret 2026
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


13/3/26 Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi Rekayasa Perancangan Mekanik
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Arfi Dwi Angga
NIM : 40040222650020
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Modifikasi Sepeda Manual menjadi Sepeda Listrik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng.
Penguji I : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng.
Penguji II : Susastro, S.T., M.T.
Penguji III : Rofiq Cahyo Prayogo, S.T., M.T.

()
()
()
()

Semarang, 03 Agustus 2026

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arfi Dwi Angga
NIM : 40040222650020
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Modifikasi Sepeda Manual Menjadi Sepeda Listrik Dengan Pengujian Berat Pengemudi 65 Kg”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 11 Juli 2026

Yang menyatakan

(Arfi Dwi Angga)

MOTTO

1. “Mulai, Jalani, dan selesaikan. Lelah itu wajar, berhenti bukan pilihan.”
2. “Satu Langkah lagi selalu lebih baik daripada diam.”
3. ”Proses tidak pernah mengkhianati hasil.”
4. ”Yang sulit hari ini, akan jadi cerita esok.”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “Modifikasi Sepeda Manual Menjadi Sepeda Listrik”.

Penyusunan laporan proyek akhir ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Bambang Setyoko S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing atas bimbingan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan Laporan Proyek Akhir.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik.
5. Kedua orang tua serta keluarga yang telah senantiasa memberikan doa dan semangat serta dukungan.
6. Teman-teman angkatan 2022 Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu penyusunan

laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Amin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 11 Juli 2026

Arfi Dwi Angga

ABSTRAK

MODIFIKASI SEPEDA MANUAL MENJADI SEPEDA LISTRIK DENGAN PENGUJIAN BERAT PENEGMUDI 65 KG

Sepeda manual memiliki keterbatasan saat digunakan pada jalur menanjak, membawa beban, dan menempuh perjalanan jarak jauh karena sepenuhnya mengandalkan tenaga pengendara. Penelitian ini bertujuan merancang, membangun, dan menguji kinerja sepeda hibrida hasil modifikasi sepeda konvensional menggunakan motor listrik DC 350 W, baterai lithium-ion 36 V 5,5 Ah (198 Wh), dan sistem pengendali kecepatan. Pengujian dilakukan menggunakan pengendara berbobot 65 kg pada lintasan 100 m dengan tiga kali pengulangan untuk setiap variasi kecepatan 10, 15, 20, dan 23 km/jam. Parameter yang diamati meliputi arus motor, tegangan baterai, waktu operasi, dan jarak tempuh hingga baterai mencapai kondisi *cut-off*. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata arus meningkat seiring kenaikan kecepatan, yaitu 9,65 A, 11,74 A, 13,01 A, dan 17,7 A. Daya tahan baterai berturut-turut sebesar 105 menit (16,75 km), 78 menit (18,9 km), 62 menit (20 km), dan 55 menit (20,5 km). Hasil tersebut menunjukkan bahwa modifikasi sepeda konvensional menjadi sepeda hibrida berhasil diimplementasikan dan mampu beroperasi pada mode manual maupun elektrik. Peningkatan kecepatan menyebabkan konsumsi arus semakin besar dan waktu operasi baterai semakin singkat, meskipun jarak tempuh sedikit meningkat. Kondisi ini menunjukkan adanya trade-off antara kecepatan, konsumsi energi, dan efisiensi jarak tempuh pada sepeda hibrida.

Kata kunci : Sepeda hibrida, Daya Tahan Baterai, Baterai lithium-ion

ABSTRACT

MODIFYING A MANUAL BIKE INTO AN ELECTRIC BIKE WITH A 65 KG RIDER WEIGHT TEST

Conventional bicycles have limitations when used on uphill trails, carrying loads, and traveling long distances because they rely entirely on the rider's power. This study aims to design, build, and test the performance of a hybrid bicycle modified from a conventional bicycle using a 350 W DC electric motor, a 36 V 5.5 Ah (198 Wh) lithium-ion battery, and a speed control system. Testing was conducted with a 65 kg rider on a 100 m track, with three repetitions for each speed variation of 10, 15, 20, and 23 km/h. The parameters observed included motor current, battery voltage, operating time, and distance traveled until the battery reached its cut-off condition. The test results showed that the average current increased with rising speed, namely 9.65 A, 11.74 A, 13.01 A, and 17.7 A. Battery endurance was 105 minutes (16.75 km), 78 minutes (18.9 km), 62 minutes (20 km), and 55 minutes (20.5 km), respectively. These results indicate that the modification of a conventional bicycle into a hybrid bicycle was successfully implemented and that the bicycle is capable of operating in both manual and electric modes. An increase in speed leads to higher current consumption and shorter battery runtime, even though the range increases slightly. This demonstrates a trade-off between speed, energy consumption, and range efficiency in hybrid bicycles.

Keywords : *Hybrid bike, Battery Life, Lithium-ion battery*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
SURAT TUGAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Luaran.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

2.1 Sepeda Manual	6
2.2 Pengertian Sepeda Listrik.....	8
2.3 Baterai Listrik (Lithium-Ion)	10
2.4 Konsep Energi	11
2.5 Prinsip konversi Energi	13
2.5.1 Energi Mekanik Menjadi Energi Listrik	14
2.5.2 Energi Listrik Menjadi Energi Mekanik	15
2.6 Energi Penggerak Sepeda Hibrida.....	16
2.7 Sistem Kelistrikan Sepeda Hibrida	16
2.8 Karakteristik Motor Listrik	17
2.9 Model Dinamika Sepeda Hibrida	17
2.10 Performa dan Jarak Tempuh	19
BAB III METODOLOGI.....	20
3.1 Diagram Alir Kegiatan	20
3.2 Metodologi Proyek Akhir.....	21
3.3 Gambar Rancangan Sepeda Manual Sepeda Hibrida.....	22
3.4 Bahan dan Alat	24
3.4.1 Bahan.....	24
3.4.2 Alat.....	27
3.5 Prinsip Kerja Sepeda Listrik Hasil Perancangan.....	29
3.6 Diagram Alir Perencanaan dan Perhitungan	31
3.7 Menentukan Massa Total	32
3.8 Mengubah Kecepatan Km/jam menjadi m/s	32
3.9 Menghitung Hambatan Gulir	32

3.10 Menghitung Hambatan Udara	33
3.11 Menghitung Gaya Total	34
3.12 Menghitung Daya Roda	35
3.13 Daya Minimum Motor	35
3.14 Menghitung RPM Roda	36
3.15 Menghitung Torsi Roda	36
3.16 Menentukan Rasio Sproket	37
3.17 Menentukan Jumlah Gigi Sproket.....	37
3.18 Menghitung Torsi Motor.....	38
3.19 Perbandingan Torsi Roda dan Motor.....	39
3.20 Spesifikasi Baterai.....	39
3.21 Menentukan Daya Listrik yang Dibutuhkan	39
3.22 Menghitung Arus Listrik.....	40
3.23 Menentukan Kapasitas Baterai Berdasarkan Waktu Operasi.....	40
3.24 Menghitung Energi Aktual Baterai	41
3.25 Perbandingan Baterai Aktual	41
3.26 Waktu Charging Baterai.....	42
3.27 Menghitung Kapasitas dan Arus Baterai.....	42
3.28 Proses Fabrikasi Sepeda Manual Menjadi Sepeda Listrik	43
3.29 Metode Pengujian	44
3.30 Langkah Pengambilan Data	46
3.31 Lembar Pengujian	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Spesifikasi Sepeda Hibrida.....	50

4.2	Data Pengujian	50
4.3	Pengujian.....	51
4.3.1	Data Input Current Per Kecepatan	51
4.3.2	Hubungan Kecepatan dengan Input Current	57
4.3.3	Data Hubungan Kecepatan (km/jam) dan Waktu (menit) dari Baterai 100% - 0%	58
4.3.4	Hubungan Kecepatan (km/jam) dan Jarak Tempuh (km) dari Baterai 100% - 0%	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		68

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi sproket.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Faktor yang memengaruhi sepeda pada saat pengujian	47
Tabel 3.3 Lembar pengujian.....	48
Tabel 4.1 Spesifikasi pada sepeda hibrida.....	50
Tabel 4.2 Hasil data rata-rata pengujian sepeda listrik dengan beban pengemudi 65 kg dan jarak 100 meter.....	50
Tabel 4.3 Data hasil perhitungan input current kecepatan 10 km/jam	52
Tabel 4.4 Data hasil perhitungan input current kecepatan 15 km/jam	53
Tabel 4.5 Data hasil perhitungan input current kecepatan 20 km/jam	54
Tabel 4.6 Data hasil perhitungan input current kecepatan 23 km/jam	56
Tabel 4.7 Data rata-rata per kecepatan	57
Tabel 4.8 Data kecepatan (km/jam) dan waktu (menit)	58
Tabel 4.9 Data kecepatan (km/jam) dan jarak tempuh (km)	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sepeda Manual.....	7
Gambar 2.2 Sepeda Listrik	8
Gambar 2.3 Baterai lithium-ion.....	10
Gambar 2.4 Tiga energi konversi	14
Gambar 2.5 Bagian-bagian dinamo sepeda	15
Gambar 2.6 Bagian-bagian motor listrik	16
Gambar 3.1 Diagram alir kegiatan	20
Gambar 3.2 Desain sepeda hibrida	22
Gambar 3.3 Motor listrik + braket.....	24
Gambar 3.4 Controller.....	24
Gambar 3.5 Handel Gas.....	25
Gambar 3.6 Rantai.....	25
Gambar 3.7 Baterai.....	26
Gambar 3.8 Charger baterai.....	26
Gambar 3.9 LCD display.....	27
Gambar 3.10 Sproket.....	27
Gambar 3.11 Kunci pas dan kunci l	28
Gambar 3.12 Obeng (+) dan (-).....	28
Gambar 3.13 Tang	29
Gambar 3.14 Bor listrik / bor tangan.....	29
Gambar 3.15 Diagram alir perencanaan dan perhitungan	31

Gambar 3.16 Timbangan berat badan	45
Gambar 3.17 Stopwatch	45
Gambar 4.1 Hasil modifikasi sepeda manual menjadi sepeda listrik.....	49
Gambar 4.2 Grafik input current kecepatan 10 km/jam	52
Gambar 4.3 Grafik input current pada kecepatan 15 km/jam.....	54
Gambar 4.4 Grafik input current pada kecepatan 20 km/jam.....	55
Gambar 4.5 Grafik input current pada kecepatan 23 km/jam.....	56
Gambar 4.6 Grafik rata-rata input current	57
Gambar 4.7 Grafik hubungan kecepatan dan waktu.....	59
Gambar 4.8 Grafik hubungan kecepatan dan jarak tempuh	60

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Pertama Kali Muncul Halaman
E_m	Energi mekanik	J	11
E_{m1}	Energi mekanik awal	J	11
E_{m2}	Energi mekanik akhir	J	11
E_k	Energi kinetik	J	11
E_{k1}	Energi kinetik awal	J	11
E_{k2}	Energi kinetik akhir	J	11
E_{p2}	Energi potensial akhir	J	11
m	Massa	kg	11
v	Kecepatan	m/s	11
F	Gaya	N	11
w	Berat benda	N	12
g	Percepatan gravitasi	9,81 m/s ²	12
h	Tinggi benda	m	12
W	Energi / usaha listrik	J	12
Q	Muatan listrik	Ah	12
V	Tegangan listrik / beda potensial	V	12
P	Daya listrik	W	13
t	Waktu	s	13

I	Arus listrik	A	16
F_{em}	Gaya Elektromagnetik	N	16
u_k	Tegangan Listrik	V	16
i_k	Arus Listrik	A	16
T	Torsi	N/m	17
ω	Kecepatan Sudut	Rad/s	17
ΣF	Gaya total yang bekerja	N	18
a	Percepatan	m/s ²	18
F_t	Gaya Hambat Tanjakan	N	18
θ	Sudut Kemiringan	°	18
F_{drag}	Gaya Hambat Angin	N	18
ρ	Massa Jenis Udara	kg/m ³	18
C	Koefisien Hambat Udara	-	18
A	Luas Penampang	m ²	18
F_r	Gaya Hambat Gelinding	N	18
r	Jari-jari	m	19
D	Diameter	m	36
π	Konstanta pi	-	36
n	Putaran	rpm	36
i	Rasio Transmisi	-	36
Z	Jumlah Gigi Sproket	T	36
η	Efisiensi Total Sistem	-	35

C_{bat}	Kapasitas Baterai	Ah	37
V_{bat}	Tegangan Baterai	V	37
I_{avg}	Arus Rata-rata	A	37
E_{bat}	Energi Baterai	Wh	37
ΔV	Selisih Tegangan Awal dan Akhir	V	37