



**ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI KONSUMSI ENERGI
LISTRIK PADA SEPEDA LISTRIK HYBRID DENGAN
MENGUNAKAN BATERAI LI-ION DAN LI-PO**

SKRIPSI

**MUHAMMAD RAFLY ANDHIKA FALLAQ ARYAGUNA
2010314046**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2025**



**ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI KONSUMSI ENERGI
LISTRIK PADA SEPEDA LISTRIK HYBRID DENGAN
MENGUNAKAN BATERAI LI-ION DAN LI-PO**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

**MUHAMMAD RAFLY ANDHIKA FALLAQ ARYAGUNA
2010314046**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2025**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Rafly Andhika Fallaq Aryaguna

NIM : 20103134046

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Efisiensi Konsumsi Energi Listrik pada Sepeda Listrik Hybrid dengan menggunakan Baterai Li-Ion dan Li-Po

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Henry Binsar Hamonangan

Sitorus, S.T., M.T.

Penguji Utama



Ferdvanto, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

Penguji I (Pembimbing)



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng.

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Ir. Achmad Zuchriadi,
S.T., M.T., CEC.

Ka.Prodi Teknik Elektro

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 12 Maret 2025

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA SEPEDA LISTRIK HYBRID DENGAN MENGGUNAKAN
BATERAI LI-ION DAN LI-PO**

Muhammad Rafly Andhika F. A.

NIM 2010314046

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

Pembimbing II



Fajar Rahayu, S.T., M.T.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T., CEC.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri, semua sumber yang telah dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Rafly Andhika Fallaq Aryaguna

NIM : 2010314046

Program Studi : Sarjana Teknik Elektro

Jika dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, Maret 2025

Yang menyatakan,



(Muhammad Rafly A. F. A.)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rafly Andhika Fallaq Aryaguna

NIM 2010314046

Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA SEPEDA LISTRIK HYBRID DENGAN MENGGUNAKAN
BATERAI LI-ION DAN LI-PO**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/diformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 12 Maret 2025

Yang menyatakan,



Muhammad Rafly Andhika Fallaq Aryaguna

**ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA SEPEDA LISTRIK HYBRID DENGAN MENGGUNAKAN
BATERAI LI-ION DAN LI-PO**

Muhammad Rafly Andhika Fallaq Aryaguna

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis efisiensi energi listrik dan performa sepeda listrik hybrid dengan baterai Lithium-Ion (Li-Ion) dan Lithium-Ion Polymer (Li-Po) melalui pengujian pada berbagai kondisi jalan, kecepatan, dan beban pengendara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baterai Li-Po memiliki efisiensi pengisian lebih tinggi (91,979%) dibandingkan Li-Ion (83,934%), sehingga lebih optimal dalam menyimpan energi. Namun, baterai Li-Ion lebih unggul dalam mempertahankan daya input awal yang lebih tinggi, meskipun menurun lebih cepat. Baterai Li-Ion lebih cocok untuk medan menanjak atau beban berat, sedangkan baterai Li-Po lebih efisien untuk medan mendatar atau menurun, terutama pada kecepatan rendah. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam pengembangan sepeda listrik hybrid yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Baterai Li-Ion, Baterai Li-Po, efisiensi energi, sepeda listrik *hybrid*

**ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION EFFICIENCY
COMPARISON IN HYBRID ELECTRIC BICYCLES USING LI-ION
AND LI-PO BATTERIES**

Muhammad Rafly Andhika Fallaq Aryaguna

ABSTRACT

This study analyzes the energy efficiency and performance of hybrid electric bicycles using Lithium-Ion (Li-Ion) and Lithium-Ion Polymer (Li-Po) batteries through testing under various road conditions, speeds, and rider weights. The results show that Li-Po batteries have a higher charging efficiency (91.979%) compared to Li-Ion batteries (83.934%), making them more optimal for energy storage. However, Li-Ion batteries perform better in maintaining higher initial power input, even though it decreases more rapidly. Li-Ion batteries are more suitable for uphill terrain or heavy loads, while Li-Po batteries are more efficient on flat or downhill terrain, especially at low speeds. This research is expected to serve as a reference for the development of more efficient and environmentally friendly hybrid electric bicycles.

Keywords: *Li-Ion battery, Li-Po battery, energy efficiency, hybrid electric bicycle*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Efisiensi Konsumsi Energi Listrik pada Sepeda Listrik Hybrid dengan Menggunakan Baterai Li-Ion dan Li-Po” ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Program Studi Teknik Elektro.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga Penulis, khususnya orang tua dan nenek, yang selalu memberikan dukungan moral dan materil yang tak ternilai harganya, serta doa restu yang tiada hentinya mengiringi setiap Langkah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Luh Krisnawati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah dengan sabar memberikan arahan, masukan, dan bimbingan secara rinci dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Fajar Rahayu S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan perhatian, dukungan, dan saran yang sangat membantu penulis dalam memecahkan berbagai masalah selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Achmad Zuchriadi, S.T., M.T., CEC., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, atas dukungan dan fasilitas yang diberikan.
5. Seluruh dosen dan staf Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu serta pengalaman yang berharga selama masa perkuliahan.
6. Rekan-rekan yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi, yaitu Nyameng, Denny, Syamsul, Hafidz, Gumi, Jati dan semua rekan lainnya.
7. Teman-teman Program Studi S1 Teknik Elektro atas motivasi dan bantuan

yang diberikan selama penulisan skripsi ini.

8. Teman-teman Konsentrasi Teknik Tenaga Listrik 2020 atas dukungan dan semangat kebersamaan selama penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang teknik elektro khususnya konsentrasi Teknik Tenaga Listrik.

Jakarta, Maret 2025
Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait	5
2.2 Tinjauan Pustaka	13
2.3 Jenis Sepeda Listrik.....	15
2.4 Komponen pada Sepeda Listrik	16
2.5 Motor Listrik DC	16
2.6 Baterai pada Sepeda Listrik	17
2.7 Daya Listrik.....	18

2.8	Tegangan Listrik	19
2.9	Arus Listrik.....	19
2.10	Pengukuran Listrik.....	19
BAB 3	METODE PENELITIAN	20
3.1	Langkah Penelitian.....	20
3.2	Variabel	21
3.2.1	Pengambilan Data.....	21
3.2.2	Baterai Li-ion dan LiPo yang digunakan.....	21
3.2.3	Sepeda Listrik.....	23
3.2.4	Spesifikasi Sepeda Listrik Hybrid	23
3.3	Prosedur Penelitian.....	23
3.4	Alat Penelitian	24
3.5	Pengujian.....	24
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik Baterai.....	26
4.1.1	Baterai Li-Ion Hubungan Antara Variasi Kecepatan dengan Kondisi Jalan.....	26
4.1.2	Baterai Li-Ion Hubungan Antara Variasi Beban dengan Kondisi Jalan	28
4.1.3	Baterai Li-Ion Hubungan Antara Variasi Beban dengan Kondisi Jalan	31
4.1.4	Baterai Li-Ion Hubungan Antara Variasi Beban dengan Kondisi Jalan	33
4.2	Hasil Pengujian Input pada Baterai.....	35
4.3	Analisa.....	37

BAB 5	PENUTUP.....	60
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian Sepeda Listrik.....	14
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian Sepeda Listrik Hybrid.....	20
Gambar 3.2	Sepeda Listrik	23
Gambar 4.1	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 10km/jam di jalan Mendatar	37
Gambar 4.2	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 10km/jam di jalan Menurun.....	38
Gambar 4.3	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 10km/jam di jalan Menanjak.....	39
Gambar 4.4	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 20km/jam di jalan Mendatar	40
Gambar 4.5	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 20km/jam di jalan Menurun.....	41
Gambar 4.6	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 20km/jam di jalan Menanjak.....	42
Gambar 4.7	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 30km/jam di jalan Mendatar	43
Gambar 4.8	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 30km/jam di jalan Menurun.....	44
Gambar 4.9	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Kecepatan 30km/jam di jalan Menanjak.....	45
Gambar 4.10	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Beban 50kg di jalan Mendatar	46
Gambar 4.11	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Beban 50kg di jalan Menurun.....	47
Gambar 4.12	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Beban 50kg di jalan Menanjak	48
Gambar 4.13	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Beban 60kg di jalan Mendatar	49

Gambar 4.14	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Beban 60kg di jalan Menurun	50
Gambar 4.15	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion & Li-Po dengan Beban 60kg di jalan Menanjak	51
Gambar 4.16	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion dengan Beban 40kg, 50kg, 60kg di jalan Mendatar	52
Gambar 4.17	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion dengan Beban 40kg, 50kg, 60kg di jalan Menurun	53
Gambar 4.18	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Ion dengan Beban 40kg, 50kg, 60kg di jalan Menanjak.....	54
Gambar 4.19	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Po dengan Beban 40kg, 50kg, 60kg di jalan Mendatar	55
Gambar 4.20	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Po dengan Beban 40kg, 50kg, 60kg di jalan Menurun	56
Gambar 4.21	Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Baterai Li-Po dengan Beban 40kg, 50kg, 60kg di jalan Menanjak.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1	Tabel Pengaturan Pengujian	22
Tabel 4.1	Li-Ion beban 40kg dengan kecepatan 10km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	26
Tabel 4.2	Li-Ion beban 40kg dengan kecepatan 20km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	27
Tabel 4.3	Li-Ion beban 40kg dengan kecepatan 30km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	28
Tabel 4.4	Li-Ion beban 50kg dengan kecepatan 10km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	29
Tabel 4.5	Li-Ion beban 60kg dengan kecepatan 10km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	30
Tabel 4.6	Li-Po beban 40kg dengan kecepatan 10km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	31
Tabel 4.7	Li-Po beban 40kg dengan kecepatan 20km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	32
Tabel 4.8	Li-Po beban 40kg dengan kecepatan 30km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	33
Tabel 4.9	Li-Po beban 50kg dengan kecepatan 10km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	34
Tabel 4.10	Li-Po beban 60kg dengan kecepatan 10km/jam pada jalan mendatar, menurun dan menaik	35
Tabel 4.11	Pengisian Baterai Li-Ion	36
Tabel 4.12	Pengisian Baterai Li-Po	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 2. Lembar Konsultasi Pembimbing 2