

**ANALISA KETAHANAN BATERAI LITHIUM ION PADA
SEPEDA LISTRIK RODA TIGA**

SKRIPSI

Oleh:

**DEWI LESTARI
NIM: 1952050015**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**

ANALISA KETAHANAN BATERAI LITHIUM ION PADA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

DEWI LESTARI
NIM: 1952050015



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dewi Lestari
NIM : 1952050015
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "ANALISA KETAHANAN BATERAI LITHIUM ION PADA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasi atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 26 Juni 2023




Dewi Lestari



PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

ANALISA KETAHANAN BATERAI LITHIUM ION PADA SEPEDA
LISTRIK RODA TIGA

Oleh:

Nama : Dewi Lestari
NIM : 1952050015
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 26 Juni 2023

Menyetujui:

Pembimbing I

(Susilo, S.Kom., MT)
NIDN: 0315057902

Pembimbing II

(Ir. Bambang Widodo, MT)
NIDN: 0330115901

Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Ir. Bambang Widodo, MT)
NIDN: 0330115901

Dekan Fakultas Teknik

(Diky Antonius, ST., M.Sc)
NIDN: 0301218801



PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 26 Juni 2023 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Dewi Lestari
NIM : 1952050015
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "ANALISA KETAHANAN BATERAI LITHIUM ION PADA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ir. Bambang Widodo, MT	Sebagai Ketua	
2. Susilo, S.Kom., MT	Sebagai Anggota	
3. Ir. Robinson Purba, MT	Sebagai Anggota	
4. Eva Magdalena Silalahi, ST., MT	Sebagai Anggota	

Jakarta, 26 Juni 2023



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dewi Lestari
NIM : 1952050015
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Analisa Ketahanan Baterai Lithium Ion pada Sepeda Listrik Roda Tiga.

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi mana pun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta, 26 Juni 2023

Yang Menyatakan.



Dewi Lestari

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas seluruh berkat serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat memutuskan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini ialah kurikulum yang wajib dipenuhi untuk memenuhi ketentuan memutuskan pendidikan sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia. Judul Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut “ANALISA KETAHANAN BATERAI LITHIUM ION PADA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA”. Penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada beberapa pihak yaitu:

1. Orang tua tercinta Bapak Elias dan Ibu Leni Wati yang telah memberikan dukungan doa, motivasi, semangat, dan nasehat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Tim Beasiswa Yayasan Kasih Bagi Negeri (YKBN) sebagai donatur yang telah berperan dan memberi dukungan berupa beasiswa selama menjalani perkuliahan, arahan, bimbingan, doa, motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menjalani studi selama empat tahun dan dapat menyelesaikan proses perkuliahan hingga akhirnya mendapat gelar sarjana.
3. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia serta sebagai dosen Pembimbing Akademik, dan Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dan teliti dalam membimbing, memberikan waktu, nasehat, motivasi dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi.
4. Bapak Susilo S.Kom, MT, selaku pembimbing I Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membantu penulis menyelesaikan skripsi.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi selama penulisan skripsi ini. Meskipun ada kekurangan dan kesalahan, semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang berarti.

Jakarta, 26 Juni 2023



Dewi Lestari



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPITAN.....	xviii
ABSTRAK.....	xix
ABSTRACT.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metode Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Pendahuluan	7
2.2 Baterai Lithium Ion	7
2.3 Komponen Baterai Lithium Ion	7
2.3.1 Katoda.....	8
2.3.2 Anoda.....	8
2.3.3 Elektrolit	8
2.3.4 Separator	8
2.4 Prinsip Kerja Baterai	9
2.4.1 Pengisian (<i>charge</i>).....	9
2.4.2 Pengosongan (<i>discharge</i>)	10
2.4.3 Prosedur Pengisian Daya	10
2.5 Ketahanan Baterai Lithium Ion	11
2.5.1 Kapasitas.....	11
2.5.2 Stabilitas Kinerja	12
2.5.3 Umur Pakai.....	12
2.6 Parameter Pada Baterai	12
2.6.1 Kapasitas Baterai (Ah).....	12
2.6.2 Efisiensi energi baterai	12

2.6.3 Daya (P)	13
2.6.4 Siklus hidup	13
2.7 Karakteristik Baterai Lithium-ion	13
2.8 Perbandingan Baterai Litium-ion dengan jenis lain	15
2.9 Diagram Wiring Electric Vehicle Battery	16
2.9.1 Baterai Li-Ion.....	16
2.9.2 BLDC Motor.....	16
2.9.2.2 Rotor	18
2.9.3 Controller	20
2.9.4 Gas/Thottle	21
2.9.5 Tiga <i>Speed Switch</i>	21
2.9.6 <i>Reverse Switch</i>	22
2.9.7 <i>Battery Management System</i> (BMS)	23
2.9.8 Diagram Blok Battery Management System.....	25
2.9.8.1 Cut-off FETs.....	25
2.9.8.2 Monitor Pengukur Bahan Bakar	25
2.9.8.3 Sensor Tegangan Sel	26
2.9.9 Cara Kerja baterai Manajemen sistem.....	26
2.9.10 Fungsi BMS Kendaraan Listrik.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Metode Penelitian.....	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Umum.....	31
4.2 Alat dan Bahan	31
4.2.1 Baterai Lithium Ion.....	31
4.2.2 <i>Battery Management System</i> (BMS)	32
4.2.3 Multimeter	33
4.2.4 Tachometer	33
4.3 Data Hasil Penelitian	34
4.3.1 Data pengukuran <i>dicharge</i> dan <i>charge</i> tanpa beban.....	34
4.3.2 Data pengukuran <i>dicharge</i> dan <i>charge</i> menggunakan beban	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen dan reaksi dalam baterai lithium ion.....	14
Tabel 2.2 Perbandingan Baterai Lihtium-Ion dengan jenis lain	15
Tabel 4.1 Spesifikasi Baterai Lithium-Ion	32
Tabel 4.2 Spesifikasi BMS	32
Tabel 4.3 Pengujian <i>discharge</i> dengan variasi waktu dan RPM.....	35
Tabel 4.4 <i>Charge</i> baterai setiap 15 menit.....	37
Tabel 4.5 Pengujian <i>discharge</i> dengan variasi waktu dan RPM.....	38
Tabel 4.6 <i>Charge</i> baterai setiap 15 menit.....	40
Tabel 4.7 Pengujian <i>discharge</i> dengan variasi waktu dan RPM.....	42
Tabel 4.8 <i>Charge</i> selama 5 menit.....	44
Tabel 4.9 Pengujian <i>discharge</i> dengan variasi waktu dan RPM.....	47
Tabel 4.10 <i>Charge</i> baterai setiap 10 menit.....	49

Tabel 4.11 Pengujian <i>discharge</i> baterai dengan variasi waktu dan RPM	50
Tabel 4.12 <i>Charge</i> baterai setiap 5 menit.....	52
Tabel 4.13 Pengujian <i>Discharge</i> baterai dengan Variasi Waktu dan RPM, dengan Beban 42 kg	55
Tabel 4.14 Pengujian <i>charge</i> setiap 5 menit	57
Tabel 4.15 Pengujian <i>Discharge</i> baterai dengan variasi waktu dan RPM, Beban 53 kg	59
Tabel 4.16 <i>Charge</i> baterai setiap 5 menit.....	61
Tabel 4.17 Pengujian <i>Discharge</i> baterai dengan variasi waktu dan RPM, Beban 56 kg	63
Tabel 4.18 <i>Charge</i> baterai setiap 5 menit.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Baterai Lithium Ion.....	9
Gambar 2.2 Proses reaksi Elektrokimia saat <i>charge</i>	9
Gambar 2.3 Proses reaksi Elektrokimia saat <i>discharge</i>	10
Gambar 2.4 Arus dan Tegangan pada metode CC/CV.....	11
Gambar 2.5 Diagram Wiring Electric Vehicle Battery	16
Gambar 2.6 BLDC Motor.....	17
Gambar 2.7 kontruksi BLDC Motor	18
Gambar 2.8 Rotor BLDC motor.....	18
Gambar 2.9 Stator motor BLDC	19
Gambar 2.10 Sensor Hall	20
Gambar 2.11 <i>Controller</i> Motor <i>Brushless</i> DC	21
Gambar 2.12 <i>Gas/Throttle</i>	21
Gambar 2.13 <i>Tiga speed switch</i>	22

Gambar 2.14 <i>Reverse Switch</i>	22
Gambar 2.15 BMS.....	23
Gambar 2.16 Rangkaian 60 V 16 S Litium BMS.....	24
Gambar 2.17 Diagram Blok BMS Kendaraan Listrik.....	25
Gambar 4.1 Baterai Lithium ion.....	31
Gambar 4.2 Multimeter.....	33
Gambar 4.3 Tachometer.....	33
Gambar 4.4 Desain sepeda listrik roda tiga.....	33
Gambar 4.5 Sepeda Listrik roda tiga.....	34
Gambar 4.6 Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	36
Gambar 4.7 Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	36
Gambar 4.8 Grafik tegangan <i>charge</i> baterai.....	37
Gambar 4.9 Grafik arus <i>charge</i> baterai.....	38

Gambar 4.10	Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	39
Gambar 4.11	Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	40
Gambar 4.12	Grafik tegangan <i>charge</i> baterai	41
Gambar 4.13	Grafik arus <i>charge</i> baterai	42
Gambar 4.14	Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	43
Gambar 4.15	Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	44
Gambar 4.16	Grafik tegangan <i>charge</i> baterai	46
Gambar 4.17	Grafik arus <i>charge</i> baterai	46
Gambar 4.18	Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	48
Gambar 4.19	Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	48
Gambar 4.20	Grafik tegangan <i>charge</i> baterai	49
Gambar 4.21	Grafik arus <i>charge</i> baterai	50
Gambar 4.22	Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	51

Gambar 4.23	Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	52
Gambar 4.24	Grafik tegangan charge baterai.....	54
Gambar 4.25	Grafik arus <i>charge</i> baterai	54
Gambar 4.26	Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	56
Gambar 4.27	Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	56
Gambar 4.28	Grafik tegangan <i>charge</i> baterai	58
Gambar 4.29	Grafik arus <i>charge</i> baterai	58
Gambar 4.30	Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	60
Gambar 4.31	Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	60
Gambar 4.32	Grafik tegangan <i>charge</i> baterai	62
Gambar 4.33	Grafik arus <i>charge</i> baterai	62
Gambar 4.34	Grafik tegangan <i>discharge</i> baterai.....	64
Gambar 4.35	Grafik arus <i>discharge</i> baterai.....	64

Gambar 4.36 Grafik tegangan *charge* baterai 66

Gambar 4.37 Grafik arus *charge* baterai 66



DAFTAR SINGKATAN

Ah	: <i>Ampere-hour</i>
V	: volt
I	: Arus
T	: waktu
C	: Kapasaitas Baterai
η	: Efisiensi energi
Cd	: <i>Capasitas discharge</i>
Cc	: <i>Capasitas Charging</i>
P	: Daya
BLDC	: <i>Brussless Direct Current</i>
Kv	: konstanta tegangan
n	: kecepatan putaran motor
BMS	: <i>Battery Management System</i>
DC	: <i>Direct Current</i>



DAFTAR LAMPITAN

Lampiran 1.1 Tabulasi <i>Charge</i> selama 5 menit.....	69
Lampiran 1.2 Tabulasi Data hasil pengujian <i>discharge</i> dengan variasi waktu dan RPM.....	71
Lampiran 1.3 Tabulasi <i>charge</i> setiap 10 menit.....	71
Lampiran 1.4 Tabulasi Data hasil pengujian <i>discharge</i> dengan variasi waktu dan RPM.....	72
Lampiran 1.5 Tabulasi <i>charge</i> setiap 5 menit.....	72
Lampiran 1.6 Tabulasi Data hasil <i>discharge</i> dengan Variasi Waktu dan RPM, Beban 42 kg.....	73
Lampiran 1.7 Tabulasi Data hasil pengujian <i>charge</i> setiap 5 menit.....	73
Lampiran 1.8 Tabulasi Data hasil <i>discharge</i> dengan Variasi Waktu dan RPM, Beban 53 kg.....	75
Lampiran 1.9 Tabulasi <i>Charge</i> setiap 5 menit.....	75
Lampiran 1.10 Tabulasi Data pengujian <i>discharge</i> dengan Variasi Waktu dan RPM, Beban 56 kg.....	76
Lampiran 1.11 Tabulasi <i>charge</i> setiap 5 menit.....	76

ABSTRAK

Baterai lithium-ion (Li-Ion) adalah jenis baterai yang bisa diisi ulang untuk menyimpan dan menghantarkan energi secara elektrokimia. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui ketahanan baterai lithium-ion pada sepeda listrik roda tiga. Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Ketahanan baterai lithium-ion pada sepeda listrik selama pemakaian (*discharge*) bervariasi tergantung pada intensitas penggunaan. Pemakaian tanpa beban cenderung lebih tahan lama, sementara penggunaan dengan beban berat mengurangi masa tahan baterai. Terlihat pada hasil presentase pemakaian awal tegangan baterai lithium ion 64,1 v kemudian setelah 5 menit pemakaian mengalami penurunan baterai menjadi 62,8 v begitu seterusnya dengan efisiensi waktu yang bervariasi. Sedangkan pada pemakaian awal baterai dengan pembebanan 42 kg dengan tegangan baterai 64,1 v, kemudian selama pemakaian 5 menit mengalami penurunan baterai menjadi 51,3 v, Pembebanan 53 kg dengan tegangan baterai 64 v selama pemakaian 5 menit baterai mengalami penurunan menjadi 53 v dan pembebanan 56 kg baterai mempunyai tegangan 64,4 v selama 5 menit mengalami penurunan menjadi 54,9 v begitu seterusnya dengan efisiensi waktu yang bervariasi. Faktor ini perlu dipertimbangkan untuk menjaga performa dan umur baterai dan kapasitas baterai lithium-ion pada sepeda listrik roda tiga dapat mengalami perubahan selama siklus pengisian ulang. Pada awalnya, setelah pengisian penuh, kapasitas baterai akan maksimal. Namun, setiap kali baterai diisi ulang dan digunakan, terjadi perubahan kimia dalam sel baterai yang dapat mengakibatkan penurunan kapasitas seiring berjalannya waktu dan jumlah siklus pengisian ulang.

Kata kunci: Baterai Lithium ion, Ketahanan baterai dan Karakteristik baterai

ABSTRACT

A lithium-ion battery is a type of rechargeable battery to store and transmit energy electrochemically. The purpose of this research is to find out the durability of lithium-ion batteries on three-wheeled electric bikes. Research methods used using quantitative descriptive methods. The durability of the lithium-ion battery on an electric bike during use (discharge) varies depending on the intensity of use. Loadless use tends to last longer, while heavy use reduces battery life. The first use of a lithium-ion battery with a voltage of 64.1 V, then after 5 minutes of use the battery decreased to 62.8 V and so on with a variable time efficiency. This factor needs to be taken into account to maintain the performance and battery life and the capacity of the lithium-ion battery on a three-wheel electric bike may change during the recharge cycle. Initially, after full charging, the battery capacity will be maximum. However, every time a battery is recharged and used, there are chemical changes in the battery cell that can result in a decrease in capacity over time and the number of recharging cycles.

Keywords: *lithium ion battery, battery life and battery characteristics*

