

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KARAKTERISTIK BATERAI *LIHTIUM-ION*
DAN BATERAI *LITHIUM IRON PHOSPHATE* PADA
SEPEDA MOTOR LISTRIK**



Disusun Oleh :

MOCH. FIKRI MUJI SYARIFUDDIN

NBI : 1451700089

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2021

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KARAKTERISTIK BATERAI *LITHIUM-ION*
DAN BATERAI *LITHIUM IRON PHOSPHATE* PADA
SEPEDA MOTOR LISTRIK**



Oleh :

Moch. Fikri Muji Syarifuddin

1451700089

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : MOCH. FIKRI MUJI SYARIFUDDIN
NBI : 1451700089
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : Analisis Karakteristik Baterai *Lithium-Ion* dan
Baterai *Lithium Iron Phosphate* pada Sepeda
Motor Listrik

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Aris Heri Andriawan, ST., MT
NPP. 20450030558

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajjo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Puji Slamet, ST., MT
NPP. 20450110601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Moch. Fikri Muji Syarifuddin

NBI : 1451700089

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

``ANALISIS KARAKTERISTIK BATERAI *LITHIUM-ION* DAN BATERAI *LITHIUM IRON PHOSPHATE* PADA SEPEDA MOTOR LISTRIK``

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 15 Juli 2021



Moch. Fikri Muji Syarifuddin
1451700089



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MOCH. FIKRI MUJI SYARIFUDDIN
NBI/NPM : 1451700089
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

“Analisis Karakteristik Baterai *Lithium-Ion* dan Baterai *Lithium Iron Phosphate* pada Sepeda Motor Listrik”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya Pada Tanggal : 15 Juli 2021



ABSTRAK

Sepeda motor listrik merupakan kendaraan masa depan yang ramah lingkungan sekaligus mampu menjawab problem kelangkaan cadangan minyak bumi di masa yang akan datang. Baterai merupakan salah satu komponen inti dari sepeda motor listrik yang sangat penting berfungsi sebagai sumber arus untuk seluruh sistem kelistrikan serta sebagai tempat untuk menyimpan energi listrik. Diantara teknologi baterai yang digunakan kandidat yang paling menjanjikan yaitu baterai *lithium ion* dan baterai *lithium iron phosphate*. Dalam penerapan sepeda motor listrik menggunakan kedua jenis baterai tersebut belum mempertimbangkan karakteristik baterai dengan berat pengendara, laju kecepatan dan medan yang dilalui. Maka dari itu pada penelitian ini dilakukan dengan pengaplikasian langsung di sepeda motor listrik. Dari pengujian yang sudah dilakukan pada jalur mendatar dan menanjak dengan variasi kecepatan 10km/jam, 30km/jam dan 50km/jam memberikan hasil bahwa karakteristik baterai *lithium - ion* memiliki operasional suhu yang lebih cepat panas. Kemudian, untuk tegangan baterai *lithium - ion* relatif stabil dan pada saat *discharge* dan juga pada saat *charging* tidak ada lonjakan tegangan. Sedangkan untuk baterai *lithium iron phosphate* memiliki karakteristik stabilitas termal yang baik, dalam arti baterai ini tetap dingin di suhu yang lebih tinggi. Untuk tegangan pada baterai *lithium iron phosphate* mengalami lonjakan tegangan pada saat *discharge* dan *charging*.

Kata kunci: baterai, *lithium ion*, *lithium iron phosphate*, sepeda motor listrik

ABSTRACT

Electric motorcycles are future vehicles that are environmentally friendly as well as able to answer the problem of scarcity of petroleum reserves in the future. The battery is one of the core components of an electric motorcycle which is very important to function as a current source for the entire electrical system and as a place to store electrical energy. Among the battery technologies used, the most promising candidates are lithium-ion batteries and lithium iron phosphate batteries. In the application of electric motorcycles using both types of batteries, the characteristics of the battery have not been considered with the rider's weight, speed, and terrain. Therefore, this research was carried out by direct application to electric motorcycles. From the tests that have been carried out on horizontal and uphill paths with variations in the speed of 10km/h, 30km/h, and 50km/h, the results show that the characteristics of lithium-ion batteries have a faster-operating temperature. Then, for the lithium-ion battery voltage is relatively stable and at the time of discharge and also when charging there is no voltage spike. As for the lithium iron phosphate battery, it has good thermal stability characteristics, meaning that it stays cool at higher temperatures. For the voltage on the lithium iron phosphate battery, the voltage spikes during discharge and charging.

Keywords: battery, lithium-ion, lithium iron phosphate, electric motorcycle

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul ``ANALISIS KARAKTERISTIK BATERAI *LITHIUM-ION* DAN BATERAI *LITHIUM IRON PHOSPHATE* PADA SEPEDA MOTOR LISTRIK``. Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, kami banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus ikhlas menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kasih dan sayangnya kepada semua makhluk.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan rahmat dan petunjuk kepada umatnya.
3. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat dan doa dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Aris Heri Andriawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan petunjuk kepada penulis dalam pengerjaan dan penulisan laporan ini.
5. Seluruh jajaran tim bengkel SBS mulai dari mas Jono, mas Agus, mas Ilham, Irfan, Rifqi, Lindra, Ragil, Atina dan teman – teman bengkel SBS lain yang telah banyak membantu penulis selama penelitian.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro yang telah memberikan dukungan agar bisa menyelesaikan tugas akhir sampai selesai.
7. Dan semua pihak terkait yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan baik kritik maupun saran guna memperbaiki laporan ini.

Surabaya, 15 Juli 2021

Moch. Fikri Muji Syarifuddin

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Metodologi	3
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2.1 Baterai <i>Pack</i>	5
2.2 Baterai <i>Lithium-ion (Li-ion)</i>	6
2.3 Baterai <i>Lithium Iron Phosphate (LiFePO4)</i>	7
2.4 Baterai <i>Lead Acid</i>	9
2.5 Baterai <i>Lithium Manganese Dioxide</i>	9
2.6 Baterai <i>Lithium Polymer</i>	10
2.7 Tabel Perbandingan Baterai	11
2.8 Motor <i>BLDC (Brushless Direct Current Motor)</i>	11
2.9 <i>Controller</i>	13
2.10 <i>Data Logger</i>	14
2.11 <i>Battery Management System (BMS)</i>	15
BAB III	17
ANALISIS KARAKTERISTIK BATERAI LITHIUM-ION DAN LITHIUM IRON PHOSPHATE	17
3.1 Tahapan Penelitian	17
3.2 Perancangan Sistem	18
3.3 Perancangan Baterai	19
3.3.1 Baterai <i>Lithium - Ion</i>	19
3.3.2 Baterai <i>Lithium Iron Phosphate</i>	20
3.4 Pengujian Dinamis	21
3.4.1 Alat Pengujian	22
BAB IV	27
HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Implementasi Desain Sistem	27
4.1.1 Baterai <i>Lithium – Ion</i>	28
4.1.2 Baterai <i>Lithium Iron Phosphate</i>	28
4.2 Pengujian yang Dilakukan	29
4.2.1 Pengujian di Jalur Mendatar	29
4.2.2 Pengujian di Jalur Menanjak	39
4.2.3 Pengujian <i>Charging</i>	49

4.2.4	Analisa Perbandingan Baterai.....	50
BAB V	61
PENUTUP	61
5.1	KESIMPULAN.....	61
5.2	SARAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baterai <i>pack</i> gesits [4]	5
Gambar 2. 2 Struktur baterai <i>lithium – ion</i> [6]	6
Gambar 2. 3 Struktur kristal dari LiFePO_4 [8].....	8
Gambar 2. 4 Skema baterai asam timbal yang umum Baterai asam [9].....	9
Gambar 2. 5 Baterai <i>Lithium Manganese Dioxide</i>	10
Gambar 2. 6 Baterai <i>Lithium Polymer</i>	11
Gambar 2. 7 Motor <i>BLDC (Brushless Direct Current Motor)</i>	12
Gambar 2. 8 <i>Controller</i>	13
Gambar 2. 9 Data Logger (Sumber : Setiaji, 2016)	14
Gambar 2. 10 <i>Battery Management System</i>	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3. 2 Gambar Diagram Blog Pengujian <i>Discharge</i>	18
Gambar 3. 3 Gambar Rangkaian Baterai <i>Lithium – Ion</i>	20
Gambar 3. 4 Gambar Rangkaian Baterai <i>Lithium Iron Phosphate</i>	21
Gambar 3. 5 Modul BMS	23
Gambar 3. 6 Modul Data logger.....	23
Gambar 3. 7 Aplikasi Serial Bluetooth Terminal	25
Gambar 3. 8 Gambar Sepeda Motor Listrik	25
Gambar 4. 1 Implementasi Sistem.....	27
Gambar 4. 2 Baterai <i>Lithium - Ion</i>	28
Gambar 4. 3 Baterai <i>Lithium Iron Phosphate</i>	29
Gambar 4. 4 Tegangan <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 10km/jam	29
Gambar 4. 5 Arus <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 10km/jam	30
Gambar 4. 6 Suhu <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 10km/jam	30
Gambar 4. 7 Tegangan <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 30km/jam	31
Gambar 4. 8 Arus <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 30km/jam.....	31
Gambar 4. 9 Suhu <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 30km/jam	32
Gambar 4. 10 Tegangan <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 50km/jam	33
Gambar 4. 11 Arus <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 50km/jam.....	33
Gambar 4. 12 Suhu <i>lithium-ion</i> jalur mendatar 50km/jam	34
Gambar 4. 13 Tegangan <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 10km/jam.....	34
Gambar 4. 14 Arus <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 10km/jam.....	35
Gambar 4. 15 Suhu <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 10km/jam	35
Gambar 4. 16 Tegangan <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 30km/jam.....	36
Gambar 4. 17 Arus <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 30km/jam.....	36
Gambar 4. 18 Suhu <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 30km/jam	37
Gambar 4. 19 Tegangan <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 50km/jam.....	38
Gambar 4. 20 Arus <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 50km/jam.....	38

Gambar 4. 21 Suhu <i>lithium iron phosphate</i> jalur mendatar 50km/jam	39
Gambar 4. 22 Tegangan <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 10km/jam	39
Gambar 4. 23 Arus <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 10km/jam	40
Gambar 4. 24 Suhu <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 10km/jam.....	40
Gambar 4. 25 Tegangan <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 30km/jam	41
Gambar 4. 26 Arus <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 30km/jam	41
Gambar 4. 27 Suhu <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 30km/jam.....	42
Gambar 4. 28 Tegangan <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 50km/jam	43
Gambar 4. 29 Arus <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 50km/jam	43
Gambar 4. 30 Suhu <i>lithium-ion</i> jalur menanjak 50km/jam.....	44
Gambar 4. 31 Tegangan <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 10km/jam	44
Gambar 4. 32 Arus <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 10km/jam.....	45
Gambar 4. 33 Suhu <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 10km/jam.....	45
Gambar 4. 34 Tegangan <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 30km/jam	46
Gambar 4. 35 Arus <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 30km/jam	46
Gambar 4. 36 Suhu <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 30km/jam.....	47
Gambar 4. 37 Tegangan <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 50km/jam	48
Gambar 4. 38 Arus <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 50km/jam	48
Gambar 4. 39 Suhu <i>lithium iron phosphate</i> jalur menanjak 50km/jam.....	49
Gambar 4. 40 Tegangan <i>lithium – ion charging 5A</i>	49
Gambar 4. 41 Tegangan <i>lithium iron phosphate charging 5A</i>	50
Gambar 4. 42 Perbandingan tegangan jalur mendatar kecepatan 10km/jam.....	50
Gambar 4. 43 Perbandingan arus jalur mendatar kecepatan 10km/jam	51
Gambar 4. 44 Perbandingan suhu jalur mendatar kecepatan 10km/jam	51
Gambar 4. 45 Perbandingan tegangan jalur mendatar kecepatan 30km/jam.....	52
Gambar 4. 46 Perbandingan Arus jalur mendatar kecepatan 30km/jam	52
Gambar 4. 47 Perbandingan suhu jalur mendatar kecepatan 30km/jam	53
Gambar 4. 48 Perbandingan tegangan jalur mendatar kecepatan 50km/jam.....	54
Gambar 4. 49 Perbandingan arus jalur mendatar kecepatan 50km/jam	54
Gambar 4. 50 Perbandingan suhu jalur mendatar kecepatan 50km/jam	55
Gambar 4. 51 Perbandingan tegangan jalur menanjak kecepatan 10km/jam	55
Gambar 4. 52 Perbandingan arus jalur menanjak kecepatan 10km/jam.....	56
Gambar 4. 53 Perbandingan suhu jalur menanjak kecepatan 10km/jam.....	56
Gambar 4. 54 Perbandingan tegangan jalur menanjak kecepatan 30km/jam.....	57
Gambar 4. 55 Perbandingan arus jalur menanjak kecepatan 30km/jam.....	57
Gambar 4. 56 Perbandingan suhu jalur menanjak kecepatan 30km/jam.....	58
Gambar 4. 57 Perbandingan tegangan jalur menanjak kecepatan 50km/jam.....	58
Gambar 4. 58 Perbandingan arus jalur menanjak kecepatan 50km/jam.....	59
Gambar 4. 59 Perbandingan suhu jalur menanjak kecepatan 50km/jam.....	60

Gambar 4. 60 Perbandingan tegangan ketika *charging* 5A 60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komponen dan reaksi dalam baterai <i>lithium-ion</i> [6]	7
Tabel 2. 2 Perbandingan jenis baterai berdasarkan berat, kapasitas, daya dan harga	11
Tabel 3. 1 Spesifikasi Baterai <i>Lithium – Ion</i>	19
Tabel 3. 2 Spesifikasi Baterai <i>Lithium Iron Phosphate</i>	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi saat pengambilan data	64
--	----