

PENGARUH WAKTU MILLING LiFePO_4 TERHADAP PERFORMA
BATERAI LITHIUM



MUHAMMAD NUR SABIQ MAULANA

NIM: 41313310002

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2017

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH WAKTU MILLING LiFePO_4 TERHADAP PERFORMA
BATERAI LITHIUM



Disusun Oleh:

Nama : MUHAMMAD NUR SABIQ MAULANA

NIM : 41313310002

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

JULI 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MUHAMMAD NUR SABIQ MAULANA

N I M : 41313310002

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : PENGARUH WAKTU MILLING LiFePO_4 TERHADAPA PERFORMA
BATERAI LITHIUM

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 2 Agustus 2017



MUHAMMAD NUR SABIQ MAULANA

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH WAKTU MILLING LiFePO_4 TERHADAP PERFORMA
BATERAI LITHIUM**



Disusun Oleh:

Nama : MUHAMMAD NUR SABIQ MAULANA
NIM : 41313310002
Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D

Koordinator Tugas Akhir



Haris Wahyudi, S.T, M.Sc

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH WAKTU MILLING LiFePO_4 TERHADAP PERFORMA BATERAI LITHIUM”** ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta untuk bisa dinyatakan lulus dan mendapat gelar Sarjana Teknik.

Selama proses penulisan skripsi ini, penulis menyadari banyak mendapat bantuan dan dukungan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis, Ibu Sumarsih dan Bapak Achmad Mas’ud Hadi juga Adik penulis Muhammad Agung Ludfiandaru sebagai pendukung utama yang tidak pernah berhenti mendoakan penulis.
2. Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D. dan Dr. Sudaryanto, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan ilmu dan dorongan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Para peneliti dan karyawan PSTBM-BATAN yang telah banyak membantu selama penelitian serta memberi masukan positif.
4. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang senantiasa memberikan ilmu dan pengarahan.
5. Kelompok mahasiswa gedung 71 Mas Cipta, Wina, Dwi, Dayu, Desi, Henny, Kak Indah, Audi, Laras, Ade, Arin, Yuni, Kukuh, Reyhan, Atika, Nanda yang selalu memberikan keceriaan dan masukkan positif selama melakukan penelitian.
6. Keluarga TEKNIK MESIN ANGKATAN 2013 yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama proses belajar dan penyusunan skripsi.
7. Kakak tingkat dan Adik tingkat Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang selalu membantu penulis secara mental dan moral.

8. Keluarga WISMA DARUL HIKMAH yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan motivasi kepada penulis sehingga penulisan skripsi bisa selesai tepat waktu.
9. Sahabat SMASH Agha, Rio, Echa, Sarah, Melati dan Intan yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis hingga penulisan skripsi bisa selesai tepat waktu.
10. Sahabat OrangTua Catur, Rahman dan Aris yang selalu menjerumuskan penulis kearah yang lebih baik.
11. Semua pihak yang namanya tidak tercantum diatas dan telah banyak membantu dalam penyelesaian penulisan.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Dengan segala kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan orang lain.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 2 Agustus 2017



Muhammad Nur Sabiq Maulana

ABSTRAK

LiFePO₄ merupakan material penyusun katoda baterai yang sangat menjanjikan. Namun LiFePO₄ memiliki nilai konduktifitas rendah dan difusi ion Li yang lamban. Pengurangan ukuran partikel adalah salah satu upaya untuk menanggulangi kelemahan tersebut. Penggunaan alat *High Energy Milling* (HEM) merupakan salah satu cara untuk mereduksi ukuran partikel. Penelitian ini mempelajari tentang pengaruh waktu *milling* terhadap performa baterai lithium. Waktu *milling* LiFePO₄ di variasikan selama 2 jam, 4 jam, 6 jam dan tanpa *milling* sebagai pembanding. Struktur kristal dikarakterisasi dengan XRD, sementara morfologi katoda dianalisa dengan SEM. Konduktifitas katoda diuji menggunakan alat EIS menunjukkan semakin lama waktu *milling* nilai konduktifitas semakin menurun. Pengujian kapasitas *Charge/ Discharge* baterai menunjukkan kapasitas menurun dengan bertambahnya waktu *milling* yakni pada LiFePO₄ tanpa *milling* : *milling* 2 jam : *milling* 4 jam : *milling* 6 jam memiliki kapasitas sebesar 152,13 mAh/g : 127,6 mAh/g : 85,04 mAh/g : 47,55 mAh/g. Pengurangan ukuran partikel tidak selalu meningkatkan performa baterai. Perlu diperhatikan struktur kristal dan aglomerasi pada material LiFePO₄ agar performa baterai tetap optimal.

Kata kunci : Waktu *milling*, LiFePO₄, baterai lithium

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

		Halaman
LEMBAR PERNYATAAN		i
LEMBAR PENGESAHAN		ii
PENGHARGAAN		iii
ABSTRAK		v
DAFTAR ISI		vi
DAFTAR GAMBAR		ix
DAFTAR TABEL		x
BAB I PENDAHULUAN		
1.1	Latar Belakang Masalah	1
1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5	Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		
2.1	Baterai	5
2.2	Baterai Lithium	5
2.2.1	Katoda	6
2.2.2	Anoda	7
2.2.3	Separator	8
2.2.4	Elektrolit	9
2.3	Material Katoda	9
2.4	Bahan Pembentukan Lembaran Katoda	12
2.4.1	Lithium Iron Phosphate (LiFePO ₄)	13
2.4.2	Styrene-butadiena Rubber (SBR)	14
2.4.3	Carbon Black (CB)	14
2.4.4	Carboxy Methyl Cellulose (CMC)	15
2.5	Karakterisasi dan Pengujian Performa Baterai	16

2.5.1	Karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD)	16
2.5.2	Particle Size Analyzer (PSA)	17
2.5.3	Scanning Electron Microscope (SEM)	18
2.5.4	Electrochemical Impedance Spectrometry (EIS)	19
2.5.5	Charge-Discharge (CD)	21
BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1	Diagram Alir Penelitian	22
3.2	Lokasi Penelitian	24
3.3	Alat yang Digunakan Dalam Penelitian	24
3.4	Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian	25
3.5	Pembuatan Variasi Ukuran Partikel LiFePO_4	25
3.6	Pembuatan Katoda LiFePO_4	25
3.7	Analisis Struktur Kristal LiFePO_4	26
3.8	Analisis Ukuran Partikel LiFePO_4	26
3.9	Analisis Mikrostruktur Katoda LiFePO_4	27
3.10	Uji Konduktifitas Katoda LiFePO_4	27
3.11	Uji Kapasitas Baterai	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Penelitian	28
4.2	Karakterisasi LiFePO_4 Menggunakan XRD	29
4.2.1	Pengaruh <i>Milling</i> Terhadap Ukuran Kristal LiFePO_4	31
4.2.2	Analisa Hubungan Waktu <i>Milling</i> Dengan <i>Crystallite Size</i>	33
4.2.3	Pengaruh <i>Milling</i> Terhadap Nilai <i>Lattice Strain</i> LiFePO_4	34
4.3	Analisa Ukuran Partikel LiFePO_4 Dengan PSA	35
4.4	Pengaruh <i>Milling</i> Terhadap Mikrostruktur Katoda	36
4.5	Pengaruh <i>Milling</i> Terhadap Konduktifitas Katoda	38
4.6	Pengaruh <i>Milling</i> Terhadap Kapasitas Baterai	39
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	42

DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN-LAMPIRAN	49



DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman	
2.1	Fenomena Konduktifitas Ionik dan Elektronik pada Material Katoda	10
2.2	Ilustrasi Skematis pada Struktur Host	11
2.3	Ikatan Partikel Komposit Baterai Ion Lithium	13
2.4	Pola Difraksi Sinar-X yang Terhambur oleh Kisi dalam Bidang Kristal	16
2.5	Skema Scanning Elektron Microscope (SEM)	19
3.1	Diagram Alir Penelitian	23
4.1	Pola XRD LiFePO_4 dengan variasi waktu milling	29
4.2	Hasil karakterisasi XRD LiFePO_4 setelah <i>background</i> dibuat mendatar	30
4.3	Pola XRD LiFePO_4 dengan variasi waktu milling perbesaran $32^\circ - 40^\circ$	31
4.4	Nilai FWHM berdasarkan variasi milling	32
4.5	Pengaruh milling terhadap ukuran kristal	32
4.6	Grafik hubungan waktu milling dengan <i>crystallite size</i>	33
4.7	Pengaruh milling terhadap nilai <i>lattice strain</i> LiFePO_4	34
4.8	Pola distribusi ukuran partikel LiFePO_4	35
4.9	Mikrostruktur perbesaran 5000x	37
4.10	Pengaruh waktu <i>milling</i> terhadap konduktifitas katoda	38
4.11	Kurva <i>initial charge/discharge</i>	39

DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
2.1	Beberapa jenis material yang digunakan untuk katoda	7
2.2	Beberapa material yang digunakan untuk anoda	8
2.3	Persyaratan umum untuk separator baterai ion lithium	9
2.4	Sifat umum <i>Styrene-butadine Rubber</i>	14
2.5	Sifat Umum <i>Carbon Black</i>	15
4.1	Diamater rata-rata serbuk LiFePO_4 tanpa milling, LiFePO_4 milling 2 jam, LiFePO_4 milling 4 jam dan LiFePO_4 milling 6 jam	36

