

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan Tim Promotor	iii
Halaman Persetujuan Tim Penguji	iv
Pernyataan Bebas Plagiasi	v
Prakata	vi
Daftar Publikasi	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Simbol	xv
Intisari	1
Abstract	2
BAB I PENDAHULUAN	3
1.1. Latar Belakang	3
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Keaslian Penelitian	6
1.5. Tujuan Penelitian	9
1.6. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Tinjauan Pustaka	10
2.1.1. Daur Ulang Baterai NMC	10
2.1.2. Kristalisasi dan Presipitasi Pada Daur Ulang Baterai Litium	11
2.1.3. Presipitasi Litium Karbonat	11
2.1.4. <i>Ultrasound-Assisted Precipitation (Sonocrystallization)</i>	12
2.1.5. Model Termodinamika Presipitasi Litium Karbonat	13
2.1.6. Model Kinetika Presipitasi Litium Karbonat	14
2.2. Landasan Teori	15
2.2.1. Kristalisasi dan Presipitasi	15
a. Supersaturasi	15
b. Nukleasi	17
c. Pertumbuhan partikel (<i>growth</i>)	22
d. Aglomerasi dan penghancuran (<i>breakage</i>)	24
2.2.2. Kesetimbangan Presipitasi Litium Karbonat	24
2.2.3. Pendekatan Termodinamika Larutan Elektrolit	26
2.2.4. Model Energi Bebas Gibbs Larutan Elektrolit	30
a. Interaksi ion-ion (Debye-Hückel)	31
b. Interaksi ion-ion-molekul (<i>Association Term</i>)	37
2.2.5. Model Koefisien Aktivitas Elektrolit Sistem $\text{Li}^+\text{-Na}^+\text{-CO}_3^{2-}\text{-SO}_4^{2-}\text{-OH}^-\text{-H}_2\text{O}$	39
a. Model Full Debye-Hückel (FDH)	39
b. Model Extended Debye-Hückel (EDH)	40

c.	Model Debye-Hückel Limiting Law (DHLL)	41
d.	Model Modifikasi Full Debye-Hückel-Association Term (FDH-IAT)	41
e.	Konsideran Pada Permittivitas Relatif Medium (Konstanta Dielektrik)	42
f.	Perhitungan <i>Mean Ionic Activity Coefficient</i> (MIAC)	43
2.2.6.	Model Kinetika Presipitasi Litium Karbonat	43
2.2.7.	Validasi Parameter Hasil Fitting Model	48
a.	Tingkat Keterdekatan Model dengan Data (SSE, R ² , AARD, dan <i>Studentized Residual</i>)	48
b.	Tingkat Sensitivitas Parameter (<i>Confidence Interval dan Confidence Region</i>)	50
c.	Tingkat Independensi Parameter (<i>Correlation Matrix</i>)	50
d.	Metode <i>Global optimization</i>	50
2.3.	Hipotesis	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		52
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	52
3.2.	Rancangan Penelitian	52
3.2.1.	Desain Penelitian	52
3.2.2.	Bahan	52
3.2.3.	Prosedur Penelitian	53
a.	Studi <i>recovery</i> dan kemurnian produk Li ₂ CO ₃	53
b.	Studi Termodinamika Presipitasi Li ₂ CO ₃	55
c.	Studi Kontrol Distribusi Ukuran Presipitat Li ₂ CO ₃	57
d.	Studi Kinetika Presipitat Li ₂ CO ₃	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		61
4.1.	<i>Recovery</i> dan Kemurnian Produk Presipitasi Li ₂ CO ₃ dari Daur Ulang Baterai	61
4.1.1.	Sistem Li ⁺ -Na ⁺ - CO ₃ ²⁻ -OH ⁻ -H ₂ O	62
a.	Pengaruh Ion Karbonat	62
b.	Pengaruh Suhu	65
4.1.2.	Sistem Li ⁺ -Na ⁺ - CO ₃ ²⁻ - SO ₄ ²⁻ -OH ⁻ -H ₂ O	66
a.	Pengaruh Ion Sulfat	66
b.	Pengaruh Suhu	70
4.1.3.	Analisis Termodinamika pada Kelarutan Li ₂ CO ₃	72
a.	Kelarutan dan <i>Mean Ionic Coefficient Activity</i> (MIAC)	72
b.	Fenomena Molekular	77
c.	Pemodelan <i>Mean Ionic Coefficient Activity</i> (MIAC)	81
4.2.	Distribusi Ukuran Produk Presipitasi Li ₂ CO ₃	85
4.2.1.	Sistem Presipitasi Konvensional	86
a.	Pengaruh Kecepatan Pengadukan	86
b.	Pengaruh Suhu	89
4.2.2.	Sistem Presipitasi Ultrasound	95
a.	Pengaruh Daya Ultrasound	95

b. Pengaruh Suhu	99
4.2.3. Perbandingan Struktur Katoda Hasil Sintesis dari Prekursor Li_2CO_3 Daur Ulang Baterai NMC	103
4.2.4. Analisis Kinetika Presipitasi Li_2CO_3 Pada Sistem <i>Ultrasound-Assisted</i>	108
a. Analisis Kinetika	108
b. Simulasi Dinamika Partikel	119
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	123
5.1. Kesimpulan	123
5.2. Saran	125
DAFTAR PUSTAKA	126
LAMPIRAN	142