

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Keaslian/ Kebaharuan Penelitian	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	10
1.5. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Tinjauan Pustaka	11
a. Baterai NCA.....	11
b. Proses Pirometalurgi dan Hidrometalurgi	12
c. Tahapan <i>Recovery</i> Logam dari Baterai NCA.....	13
d. Asam Organik	15
e. Asam Oksalat	16
f. Pengaruh Waktu, pH, Suhu, dan <i>S/L ratio</i>	18
2.2. Landasan Teori.....	20
a. Reaksi <i>leaching</i> presipitat baterai NCA dengan Asam Oksalat.....	20
b. Optimasi Variabel dengan Metode <i>Response Surface</i>	22
c. Kinetika <i>Leaching</i> dengan Pendekatan <i>Shrinking-Core Model</i> Diikuti Presipitasi ..	22

d.	Kinetika <i>Leaching</i> dengan Pendekatan <i>Pseudo First Order</i> Diikuti Presipitasi	28
e.	Persamaan Arrhenius.....	29
2.3.	Hipotesis.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1.	Metode penelitian laboratorium	31
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	32
a.	Alat penelitian	32
b.	Bahan penelitian.....	32
3.3.	Persiapan Bahan Baku.....	33
3.4.	Karakterisasi Presipitat Campuran <i>Nickel-Cobalt</i>	33
3.5.	Proses <i>Leaching</i> Menggunakan Asam Oksalat	34
3.6.	Variabel Penelitian	35
3.7.	Metode Analisis ICP-OES	35
3.8.	Metode Analisis Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1.	Karakterisasi Bahan Baku	37
4.2.	Pengaruh pH Terhadap Perolehan dan Selektivitas <i>Nickel</i> dalam Larutan	41
4.3.	Pengaruh <i>S/L Ratio</i> Terhadap Perolehan dan Selektivitas <i>Nickel</i> dalam Larutan.....	45
4.4.	Pengaruh Suhu Terhadap Perolehan dan Selektivitas <i>Nickel</i> dalam Larutan.....	48
4.5.	Pemodelan <i>Recovery</i> dan Selektivitas <i>Nickel</i> dengan <i>Response Surface Methods</i>	51
4.6.	Kinetika Pelindian dengan Pendekatan SCM dan <i>Pseudo First Order</i> di Ikuti Pengendapan Produk	57
4.7.	Pengaruh Suhu Pelindian Terhadap Konstanta Laju <i>Leaching</i> dan Pengendapan.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		69
5.1.	KESIMPULAN	69
5.2.	SARAN	70
DAFTAR PUSTAKA		71



**PEMISAHAN LOGAM NICKEL TERHADAP COBALT SECARA SELEKTIF DARI PRESIPITAT
LEACHING BATERAI NCA MELALUI
PROSES HIDROMETALURGI MENGGUNAKAN ASAM OKSALAT**

AJI RIDHO PANGESTU, Ir. Indra Perdana, S.T., MT., Ph.D.; Ir. Imam Prasetyo, M.Eng., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
LAMPIRAN

..... 75

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Daftar penelitian tentang recovery logam litium dari limbah baterai yang pernah dilakukan.....	6
Tabel 2. 1. Perbandingan proses pirometalurgi dan hidrometalurgi	13
Tabel 2. 2. Beberapa persamaan reaksi disosiasi asam organik dengan nilai pKa pada suhu 25°C (Golmohammadzadeh <i>et al.</i> , 2018).....	16
Tabel 3. 1. Variasi bebas yang digunakan dalam penelitian.....	35
Tabel 4. 1. Karakterisasi presipitat <i>nickel-cobalt</i> berdasarkan hasil analisis ICP	38
Tabel 4. 2. Karakterisasi presipitat <i>nickel-cobalt</i> berdasarkan hasil analisis EDX-F	39
Tabel 4. 3. Distribusi ukuran presipitat dengan metode <i>sieving</i>	40
Tabel 4. 4. Perbandingan perolehan <i>nickel</i> dan <i>cobalt</i> dalam larutan pelindian pada kondisi pH 3, suhu 30°C, dan rasio S/L 5 gr/L.....	46
Tabel 4. 5. Perbandingan perolehan nikel dari berbagai jenis asam dan bahan baku.....	49
Tabel 4. 6. Perolehan <i>nickel</i> dalam larutan dan perkiraan <i>nickel</i> yang dapat terendapkan.....	54
Tabel 4. 7. Kinetika model SCM untuk konsentrasi reaktan dan produk	62
Tabel 4. 8. Hasil perhitungan SCM dengan Matlab.....	63
Tabel 4. 9. Nilai tahanan mekanisme SCM dengan difusi abu dan reaksi dipermukaan.....	65
Tabel 4. 10. Hasil perhitungan konstanta <i>leaching</i> dan pengendapan dengan variabel suhu..	66

Gambar 2. 1. Struktur layer baterai NCA (Wang <i>et al.</i> , 2019).....	12
Gambar 2. 2. Komponen pada baterai NCA dengan komposisinya (Jung <i>et al.</i> , 2021).....	12
Gambar 2. 3. Tahapan <i>recovery</i> logam dari limbah baterai NCA	15
Gambar 2. 4. pH diagram asam oksalat pada suhu 298,15 K (Liu <i>et al.</i> , 2015).....	17
Gambar 3. 1. Diagram alir proses penelitian	31
Gambar 3. 2. Rangkaian alat penelitian proses leaching baterai NCA	32
Gambar 4. 1. Tahapan persiapan bahan baku: (a) baterai NCA (b) hasil proses separasi (c) katoda NCA (d) presipitat campuran <i>nickel</i> dan <i>cobalt</i>	37
Gambar 4. 2. <i>EDX spectra</i> dari presipitat NCA dengan kondisi pengukuran: (a) channel Al-U, (b) channel C-Sc	39
Gambar 4. 3. Perolehan <i>nickel</i> dalam larutan sebagai pengaruh pH dengan kondisi pelindian pada suhu 30°C, asam oksalat 1M, dan S/L 10 gr/L	41
Gambar 4. 4. pH diagram <i>nickel</i> hidroksida pada suhu 298,15 K dan 1 bar (Huang <i>et al.</i> , 2017).....	43
Gambar 4. 5. Selektivitas <i>leaching</i> logam <i>nickel</i> terhadap kobal dengan kondisi pelindian pada suhu 30°C, asam oksalat 1M, dan S/L 10 gr/L	44
Gambar 4. 6. Efek <i>S/L ratio</i> terhadap perolehan <i>nickel</i> dalam larutan pada kondisi pelindian dengan suhu 30°C dan larutan asam oksalat pH 3	45
Gambar 4. 7. Efek <i>S/L ratio</i> terhadap selektivitas <i>nickel</i> pada kondisi pelindian dengan suhu 30°C dan larutan asam oksalat pH 3.....	47
Gambar 4. 8. Pengaruh suhu pelindian terhadap perolehan <i>nickel</i> dalam larutan pada kondisi pH 3 dan rasio S/L 10 gr/L	48
Gambar 4. 9. Pengaruh suhu pelindian terhadap selektivitas <i>nickel</i> dengan pelindian pada kondisi pH 3 dan rasio S/L 10 gr/L	50
Gambar 4. 10. <i>Countour</i> dan 3D <i>plot</i> dari <i>recovery nickel</i> (%) versus (a) pH dan suhu pelindian (b) waktu dan suhu pelindian (c) S/L dan pH larutan (d) waktu dan pH larutan	52
Gambar 4. 11. <i>Countour</i> dan 3D <i>plot</i> dari selektivitas <i>nickel</i> (%) versus (a) pH dan suhu pelindian (b) waktu dan suhu pelindian (c) S/L dan pH larutan (d) waktu dan pH larutan	55



Gambar 4. 12. Hasil analisis SEM pada penelitian terkait mengenai: (a) presipitat <i>nickel</i> hidroksida (Zhao <i>et al.</i> , 2013) (b) <i>nickel</i> oksalat hasil <i>leaching</i> (Ul Haq & Haider, 2010).....	58
Gambar 4. 13. Warna larutan sebelum proses <i>leaching</i> (a) dan setelah <i>leaching</i> (b), presipitat sebelum <i>leaching</i> (c) dan setelah <i>leaching</i> (d)	59
Gambar 4. 14. Perolehan <i>nickel</i> dalam larutan dan selektivitas <i>nickel</i> terhadap <i>cobalt</i> pada berbagai percobaan dengan pH larutan 1 dan S/L 5gr/L.....	60
Gambar 4. 15. Mekanisme proses pelindian menggunakan SCM.....	61
Gambar 4. 16. Konsentrasi <i>nickel</i> oksalat dalam larutan sebaga fungsi dari waktu pelindian untuk berbagai macam mekanisme pengontrol	64
Gambar 4. 17. Plot persamaan Arrhenius untuk kinetika <i>leaching nickel</i> dari presipitat NCA dengan (a) kinetika laju pengendapan (b) kinetika laju pelindian.....	67