

**KINETIKA PROSES *REACTIVE EXTRACTION* NIKEL
LATERIT DENGAN ASAM SULFAT SEBAGAI
LEACHANT PADA KEADAAN ATMOSFERIK**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar

sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

Robert Kurniawan Budi Santoso

(2014620097)

Pembimbing :

Ratna Frida Susanti, S.T., Ph.D.

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.



JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

2017



LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : KINETIKA PROSES *REACTIVE EXTRACTION* NIKEL LATERIT
DENGAN ASAM SULFAT SEBAGAI *LEACHANT* PADA KEADAAN
ATMOSFERIK**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 20 Desember 2017

Pembimbing 1

Ratna Frida Susanti, S.T., Ph.D.

Pembimbing 2

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Robert Kurniawan Budi Santoso

NPM : 2014620097

dengan ini menyatakan bahwa Laporan Penelitian dengan judul:

KINETIKA PROSES *REACTIVE EXTRACTION* NIKEL LATERIT DENGAN ASAM SULFAT SEBAGAI *LEACHANT* PADA KEADAAN ATMOSFERIK

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi atau sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 20 Desember 2017

Robert Kurniawan Budi Santoso
(2014620097)

LEMBAR REVISI



**JUDUL : KINETIKA PROSES *REACTIVE EXTRACTION* NIKEL LATERIT
DENGAN ASAM SULFAT SEBAGAI *LEACHANT* PADA KEADAAN
ATMOSFERIK**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 20 Desember 2017

Penguji 1

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Putri Ramadhany', is written over the printed name.

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc, PDEng.

Penguji 2

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Y.I.P. Arry Miryanti, Ir., M.Si.', is written over the printed name.

Y.I.P. Arry Miryanti, Ir., M.Si.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian dengan judul “Kinetika Proses *Reactive Extraction* Nikel Laterit dengan Asam Sulfat Sebagai *Leachant* pada Keadaan Atmosferik” secara tepat waktu. Laporan Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis sadar bahwa proses penyusunan Laporan Penelitian ini tidak akan berjalan lancar tanpa bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Laporan Penelitian ini, terutama kepada :

1. Ibu Ratna Frida Susanti, S.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan, waktu, serta saran yang membangun selama proses penyusunan Laporan Penelitian ini.
2. Bapak Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan, waktu, serta saran yang membangun selama proses penyusunan Laporan Penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
4. Teman-teman yang telah memberikan masukan, saran, dan dukungan.
5. Semua pihak yang telah turut membantu dalam penyusunan Laporan Penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa pada Laporan Penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan masukan, saran, dan kritik sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan laporan berikutnya. Penulis berharap semoga Laporan Penelitian ini bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 12 Desember 2017

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tema Sentral Masalah	3
1.3. Identifikasi Masalah	3
1.4. Premis	3
1.5. Hipotesis	4
1.6. Tujuan Penelitian	5
1.7. Manfaat Penelitian	5
1.7.1. Bagi Dunia	5
1.7.2. Bagi Negara	5
1.7.3. Bagi Ilmuwan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Nikel	6
2.2. Nikel Laterit	7
2.2.1. Penggolongan Jenis Bijih Nikel Laterit Menurut Mineral yang Mengandung Nikel	11
2.3. Asam Sulfat	12
2.4. Proses Metalurgi	15
2.5. Proses <i>Leaching</i>	16
2.5.1. Faktor Fisika	16
2.5.2. Faktor Kimia	17
2.6. Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit	18
2.6.1. <i>Atmopheric Pressure Acid Leaching</i>	19
2.6.2. <i>High Pressure Acid Leaching</i>	19
2.6.3. <i>Heap Leaching</i>	20
2.6.4. Proses Caron	21
2.7. Model Kinetika	23
2.7.1. Mekanisme <i>Leaching</i> Nikel Laterit	23
2.7.2. Model <i>Shrinking Core</i>	24
2.7.2.1. Difusi Lapisan Film Sebagai Pengontrol	25

2.7.2.2. Difusi Lapisan Abu Sebagai Pengontrol	28
2.7.2.3. Reaksi Kimia Sebagai Pengontrol	30
2.7.3. Model <i>Lump</i>	31
2.8. Analisis AAS	35
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1. Gambaran Umum Penelitian.....	38
3.2. Alat dan Bahan.....	38
3.2.1. Alat	38
3.2.2. Bahan.....	39
3.3. Rangkaian Penelitian	39
3.4. Prosedur Kerja	40
3.4.1. Persiapan Bahan	40
3.4.2. Kalibrasi Termometer	40
3.4.2. Proses <i>Leaching</i>	40
3.5. Perhitungan Proses APAL Nikel Laterit.....	41
3.5.1. Perhitungan Model <i>Shrinking Core</i>	41
3.5.2. Analisis MATLAB.....	43
3.6. Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	44
BAB IV PEMBAHASAN	45
4.1. Karakteristik Nikel Laterit	45
4.2. Pengaruh Variabel Terhadap <i>Recovery</i>	46
4.2.1. Pengaruh Suhu Terhadap <i>Recovery</i>	46
4.2.1.1. Model <i>Shrinking Core</i> Variasi Suhu	48
4.2.2. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap <i>Recovery</i>	58
4.2.2.1. Model <i>Shrinking Core</i> Variasi Ukuran Partikel	59
4.3. Model <i>Lump</i>	62
4.3.1. Model <i>Lump</i> untuk Variasi Suhu	62
4.3.2. Model <i>Lump</i> untuk Variasi Ukuran Partikel.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN A : MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)	72
LAMPIRAN B : HASIL ANTARA	73
B.1. Data <i>Recovery</i> Hasil Penelitian	73
B.2. Simulasi Model <i>Shrinking Core</i> untuk Variasi Suhu (dengan $y=mx+c$) ...	74
B.3. Persentase Kesalahan untuk Variasi Suhu ($y = mx + c$)	75
B.4. Persentase Kesalahan untuk Variasi Suhu ($y = mx$)	76
B.5. Simulasi Model <i>Shrinking Core</i> untuk Variasi Ukuran (dengan $y=mx+c$)	77
B.6. Persentase Kesalahan untuk Variasi Ukuran ($y = mx + c$)	78
B.7. Persentase Kesalahan untuk Variasi Ukuran Partikel ($y = mx$)	79

B.8. Fraksi <i>Recovery</i> Nikel Model Lump	81
B.9. Nilai Konstanta Reaksi dan Difusivitas Efektif dari Model Lump	81
B.10. Persentase Kesalahan Relatif Model Lump	82
B.11. Perbandingan Persentase Kesalahan Relatif Model Shrinking Core dengan Model Lump	83
LAMPIRAN C : GRAFIK.....	84
C.1. Grafik data <i>recovery</i> untuk variasi suhu	84
C.2. Grafik Model SCM ($y = mx+c$)	85
C.2.1. Variasi Suhu	85
C.2.2. Variasi Ukuran Partikel	86
C.3. Grafik Model SCM ($y = mx$)	88
C.3.1. Variasi Suhu	88
C.3.2. Variasi Ukuran Partikel	89
C.4. Perbandingan Model SCM ($y = mx$) dengan Model Lump	91
C.4.1. Variasi Suhu	91
C.4.2. Variasi Ukuran Partikel	91
LAMPIRAN D : SCRIPT MATLAB	94
LAMPIRAN E : CONTOH PERHITUNGAN.....	96
E.1. Densitas Bijih Nikel Laterit.....	96
E.2. Ukuran Partikel bijih Nikel Laterit.....	96
E.3. Perhitungan <i>Recovery</i> Nikel.....	96
E.4. Model Shrinking Core Tahap Difusi Lapisan Film.....	96
E.5. Model Shrinking Core Tahap Difusi Lapisan Abu	96
E.6. Model Shrinking Core Tahap Reaksi Kimia	97
E.7. Fraksi <i>Recovery</i> Nikel dalam Model Shrinking Core (X_{mod})	97
E.8. Kesalahan relatif (%-error)	97
E.9. Nilai Energi aktivasi (E_a)	97
E.10. Perhitungan k_r dan D_e model Lump	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar penampang lapisan tanah laterit	9
Gambar 2.2. Profil nikel laterit berdasarkan mineral yang mengandung nikel	11
Gambar 2.3. Skema proses <i>heap leaching</i> nikel laterit.....	21
Gambar 2.4. Skema proses <i>leaching</i> satu tahap	23
Gambar 2.5. Model <i>shrinking core</i>	25
Gambar 2.6. Grafik konsentrasi A dalam kasus lapisan film.....	26
Gambar 2.7. Grafik konsentrasi A dalam kasus lapisan abu	28
Gambar 2.8. Grafik konsentrasi A dalam kasus reaksi kimia	30
Gambar 2.9. Gambar ilustrasi model <i>lump</i>	32
Gambar 2.10. Skema umum alat AAS	36
Gambar 3.1. Rangkaian alat percobaan	39
Gambar 3.2. Algoritma hitung <i>software</i> MATLAB	43
Gambar 4. 1. Grafik persentase <i>recovery</i> nikel terhadap waktu dengan variasi suhu .	46
Gambar 4. 2. Grafik persen <i>recovery</i> nikel terhadap waktu (menit) untuk difusi eksternal.....	48
Gambar 4. 3. Grafik difusi abu terhadap waktu (menit) untuk difusi internal.....	48
Gambar 4. 4. Plot $1-(1-X)^{0.33}$ terhadap waktu (menit) untuk reaksi kimia	49
Gambar 4. 5. Grafik plot $\ln kd$ terhadap $1/T$	50
Gambar 4. 6. Trendline data suhu 303 K sampai waktu 0 menit.....	51
Gambar 4. 7. Kurva fraksi <i>recovery</i> nikel terhadap waktu tahap difusi abu jika diperpanjang sampai waktu 0 menit	51
Gambar 4. 8. Kurva nilai $1-3(1-x)^{0.67}+2(1-x)$ terhadap waktu pengambilan sampel variasi suhu	52
Gambar 4. 9. Plot $\ln kd$ vs $1/T$ jika trendline model di-intercept 0,0	53
Gambar 4. 10. Kurva persentase <i>recovery</i> terhadap waktu variasi ukuran partikel.....	56
Gambar 4. 11. Kurva waktu terhadap <i>recovery</i> nikel difusi film	57
Gambar 4. 12. Kurva waktu terhadap <i>recovery</i> nikel difusi abu	58
Gambar 4. 13. Kurva waktu terhadap <i>recovery</i> nikel reaksi kimia.....	58
Gambar 4. 14. Kurva pembandingan antara model SCM dan lump dengan datapenelitian untuk variasi mesh -100+120 dan suhu 358K	61
Gambar 4. 15. Kurva $\ln K$ terhadap $1/T$	62

Gambar 4. 16. Kurva perbandingan antara model SCM dan lump dengan data penelitian untuk variasi mesh -200 dan suhu 358K	63
Gambar C. 1. Grafik data <i>recovery</i> untuk variasi suhu	82
Gambar C. 2. Grafik data <i>recovery</i> untuk variasi ukuran partikel.....	82
Gambar C. 3. Grafik simulasi model SCM tahap difusi film	83
Gambar C. 4. Grafik simulasi model SCM tahap difusi abu	83
Gambar C. 5. Grafik simulasi SCM tahap reaksi kimia	84
Gambar C. 6. Grafik simulasi SCM tahap difusi film	84
Gambar C. 7. Grafik simulasi SCM tahap difusi abu	85
Gambar C. 8. Grafik simulasi SCM tahap reaksi kimia	85
Gambar C. 9. Grafik simulasi SCM tahap difusi film	86
Gambar C. 10. Grafik simulasi SCM tahap difusi abu	86
Gambar C. 11. Grafik simulasi SCM tahap reaksi kimia	87
Gambar C. 12. Grafik simulasi SCM tahap difusi film	87
Gambar C. 13. Grafik simulasi SCM tahap difusi abu	88
Gambar C. 14. Grafik simulasi SCM tahap reaksi kimia	88
Gambar C. 15. Grafik perbandingan <i>recovery</i> nikel dari data, SCM, SCM intercept 0,0 dan matlab, suhu 303 K	89
Gambar C. 16. Grafik perbandingan <i>recovery</i> nikel dari data, SCM, SCM intercept 0,0 dan matlab, suhu 333 K	89
Gambar C. 17. Grafik perbandingan <i>recovery</i> nikel dari data, SCM, SCM intercept 0,0 dan matlab, suhu 358 K	90
Gambar C. 18. Grafik perbandingan <i>recovery</i> nikel dari data, SCM, SCM intercept 0,0 dan matlab, ukuran mesh -60+70	90
Gambar C. 19. Grafik perbandingan <i>recovery</i> nikel dari data, SCM, SCM intercept 0,0 dan matlab, ukuran mesh -100+120	91
Gambar C. 20. Grafik perbandingan <i>recovery</i> nikel dari data, SCM, SCM intercept 0,0 dan matlab, ukuran mesh -200.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Tabel kandungan bijih nikel laterit Pomalaa	1
Tabel 1.2. Tabel premis nilai persentase <i>recovery</i> nikel.....	3
Tabel 1.2. Tabel premis nilai persentase <i>recovery</i> nikel (lanjutan)	4
Tabel 1.3. Tabel premis nilai E_a dengan asam H_2SO_4	4
Tabel 2.1. Tabel perbandingan nikel laterit dan nikel sulfida.....	7
Tabel 2.2. Tabel komponen mineral pada tiap lapisan tanah laterit	10
Tabel 3.1. Tabel data sampel	41
Tabel 3.2. Tabel data k.t pada tiap waktu dan variasi suhu	42
Tabel 3.3. Tabel rencana kerja penilitan.....	43
Tabel 4. 1. Tabel data hasil analisis XRF	44
Tabel 4. 2. Tabel data persentase <i>recovery</i> nikel variasi suhu.....	45
Tabel 4. 3. Nilai konstanta perpindahan massa dan koefisien korelasi pada tiap suhu dan tahap.....	49
Tabel 4. 4. Tabel data E_a dari penelitian lain	53
Tabel 4. 5. Tabel data persentase kesalahan tiap variasi suhu tahap difusi eksternal.....	55
Tabel 4. 6. Tabel data persentase kesalahan tiap variasi suhu untuk tahap difusi internal ..	55
Tabel 4. 7. Tabel data persentase kesalahan tiap variasi suhu tahap reaksi kimia.....	55
Tabel 4. 8. Tabel data koefisien perpindahan massa dan koefisien korelasi variasi ukuran.....	59
Tabel 4. 9. Tabel kesalahan relatif variasi ukuran partikel tahap difusi film.....	59
Tabel 4. 10. Tabel kesalahan relatif variasi ukuran partikel tahap difusi abu	59
Tabel 4. 11. Tabel kesalahan relatif variasi ukuran partikel tahap reaksi kimia.....	59
Tabel 4. 12. Tabel data k dan D_e untuk variasi suhu	61
Tabel B. 1. Hasil persentase <i>recovery</i> nikel dengan variasi suhu.....	71
Tabel B. 2. Hasil persentase <i>recovery</i> nikel dengan variasi ukuran partikel	71
Tabel B. 3. Hasil simulasi model tahaTpan difusi film	72
Tabel B. 4. Hasil simulasi model tahap difusi abu	72
Tabel B. 5. Hasil simulasi model tahap reaksi kimia.....	72
Tabel B. 6. Nilai kontanta laju proses dan nilai R^2	72
Tabel B. 7. Persentase kesalahan tahap difusi film.....	73
Tabel B. 8. Persentase kesalahan tahap difusi abu.....	73
Tabel B. 9. Persentase kesalahan tahap reaksi kimia.....	74

Tabel B. 10. Persentase kesalahan untuk difusi film	74
Tabel B. 11. Persentase kesalahan untuk difusi abu	75
Tabel B. 12. Persentase kesalahan untuk reaksi kimia	75
Tabel B. 13. Hasil simulasi tahap difusi film.....	75
Tabel B. 14. Hasil simulasi tahap difusi abu	76
Tabel B. 15. Hasil simulasi tahap reaksi kimia.....	76
Tabel B. 16. Nilai konstanta laju proses dan R^2	76
Tabel B. 17. Persentase kesalahan tahap difusi film.....	76
Tabel B. 18. Persentase kesalahan tahap difusi abu.....	77
Tabel B. 19. Persentase kesalahan tahap reaksi kimia.....	77
Tabel B. 20. Persentase kesalahan untuk difusi film	77
Tabel B. 21. Persentase kesalahan relatif untuk difusi abu.....	78
Tabel B. 22. Persentase kesalahan relatif untuk reaksi	78
Tabel B. 23. Fraksi <i>recovery</i> nikel mode lump variasi suhu	79
Tabel B. 24. Fraksi <i>recovery</i> nikel model lump variasi ukuran partikel.....	79
Tabel B. 25. Nilai konstanta reaksi dan difusivitas efektif variasi suhu.....	79
Tabel B. 26. Nilai konstanta reaksi dan difusivitas efektif variasi ukuran	80
Tabel B. 27. Persentase kesalahan relatif model lump variasi suhu	80
Tabel B. 28. Persentase kesalahan relatif model lump variasi ukuran partikel	80
Tabel B. 29. Perbandingan persentase relatif model SCM dengan Lump variasi suhu	81
Tabel B. 30. Perbandingan persentase relatif model SCM dengan Lump variasi ukuran ..	81

INTISARI

Nikel merupakan logam yang banyak digunakan dalam dunia industri untuk membuat alat-alat yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Sumber utama nikel adalah bijih nikel yang berasal dari alam. Untuk mengambil unsur nikel tersebut, perlu dilakukan proses *leaching* terhadap bijih nikel. Proses *leaching* terbagi menjadi beberapa jenis menurut prinsipnya, dan dalam proses *leaching*, banyak variabel yang dapat mempengaruhi jalannya proses *leaching*. Oleh karena itu, untuk mendesain proses industri produksi nikel yang efisien dan berkelanjutan, diperlukan dilakukan pembelajaran mengenai variabel-variabel tersebut.

Dalam penelitian ini dilakukan penentuan tahap pengontrol dan perbandingan model *shrinking core* dan *lump* berdasarkan koefisien relatifitas dan persentase kesalahan model. Dengan pengkajian model tersebut, dapat diketahui model mana yang paling cocok digunakan untuk menentukan persentase *recovery* dari nikel, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi hasil proses *leaching* selanjutnya. Selain itu, dalam penelitian ini juga dicari nilai energi aktivasi yang diperlukan selama proses *leaching* berlangsung. Nilai E_a ini dapat menjadi acuan untuk proses *leaching* nikel laterit lainnya.

Pada penelitian ini digunakan variasi suhu larutan asam pada 303 K, 333 K dan 358 K dan ukuran partikel tanah nikel laterit pada ukuran *mesh* -60+70, -100+120 dan -200. Model yang digunakan adalah model *shrinking core* dan model *lump*. Proses *leaching* akan dilakukan pada labu leher tiga yang dilengkapi dengan kondensor, motor pengaduk dan termometer. Labu leher tiga tersebut kemudian dicelupkan ke dalam *waterbath*. Proses *leaching* dilakukan selama 120 menit, dan sampel akan diambil pada menit ke 5, 10, 15, 30, 60 dan 120. Padatan dan cairan sampel kemudian dipisahkan dengan gravitasi, lalu filtrat diencerkan, kemudian filtrat encer dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

Dari penelitian ini dirumuskan bahwa semakin tinggi suhu operasi dan semakin kecil ukuran partikel, maka nilai *recovery* nikel semakin besar. Penulis menemukan bahwa tahap difusi abu merupakan *rate-determining step* dari proses *leaching*. Penulis juga menemukan bahwa model *Shrinking Core* masih memiliki beberapa kelemahan seperti yang akan dijelaskan pada laporan ini. Model *Lump* yang digunakan untuk mengevaluasi model *Shrinking Core* memberikan hasil yang lebih akurat ditinjau dari nilai persentase kesalahan relatif yang didapat. Model *Lump* memiliki selisih persentase kesalahan $\pm 15\%$ dengan model *Shrinking Core*. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa bijih nikel laterit dari Pomalaa, Sulawesi Tenggara memiliki nilai energi aktivasi sebesar 26,338 kJ/mol. Nilai ini menunjukkan bahwa bijih nikel laterit ini relatif mudah untuk di ekstrak.

Kata Kunci : nikel, *leaching*, suhu, ukuran partikel, *Shrinking Core Model*, *Lump Model*, energi aktivasi

ABSTRACT

Nickel is a metal that is widely used in the industrial world to make the tools that exist in everyday life. The main source of nickel production is from lateritic nickel ore that can be found in nature. To extract the nickel, it is necessary to do a leaching process to the lateritic nickel ore. The leaching process is divided into several types according to its principle, and in the leaching process, many variables can affect the leaching process. Therefore, to design an efficient and sustainable process of nickel production industry, it is necessary to study the variables.

In this research, determination of the rate determining step and comparison of shrinking core and lump model is done based on relative coefficient and model error percentage. By assessing the model, it will be known which model is best suited to determine the recovery percentage of nickel, so it can be used to predict the results of the other leaching process. In addition, this study will also look for the activation energy required during the leaching process takes place.

This research will use temperature variation of 303 K, 333 K and 358 K, and particle size variation of -60+70, -100+120 and -200 mesh. The model used is Shrinking Core Model and Lump Model. The leaching process is performed on a three-neck flask equipped with a condenser, stirring motor and thermometer. The three-neck flask is then dipped into the waterbath. The leaching process was carried out for 120 minutes, and the sample will be taken at 5, 10, 15, 30, 60 and 120 minutes. The sample solids and liquids are then separated using gravity, then the filtrate is diluted, and then the diluted filtrate is analyzed using AAS (Atomic Absorption Spectroscopy).

From this research it is found that the higher the operating temperature and the smaller the particle size, the higher the nickel recovery value will be. The author found that the ash diffusion step is the rate-determining step of the leaching process. The author also found that the Shrinking Core model still has some disadvantages and they will be explained in this report. The Lump model used to evaluate the Shrinking Core model provides more accurate results in terms of the %error. The Lump model has a difference of $\pm 15\%$ error percentage compared with the Shrinking Core model. The study also showed that lateritic nickel ore from Pomalaa, Southeast Sulawesi, has an activation energy value of 26.338 kJ / mol. This value indicates that the lateritic nickel ore is relatively easy to extract.

Keywords : nickel, leaching, temperature, particle size, Shrinking Core Model, Lump Model, activation energy

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nikel merupakan komoditi dunia yang penting. Industri pembuatan logam *stainless steel*, industri pembuatan uang logam, dan industri *electroplating* adalah beberapa contoh industri yang membutuhkan unsur nikel sebagai bahan baku. Sifat nikel yang kuat dan tahan korosi menjadi alasan penting mengapa penggunaan nikel sangat dibutuhkan dalam industri tersebut. Kanada, Australia, Filipina, Indonesia, Brazil, dan Tiongkok merupakan beberapa contoh negara produsen nikel terbesar di dunia. Indonesia menghasilkan nikel sebesar 13% dari total nikel di dunia. Produksi nikel dunia tiap tahunnya hanya berkisar pada 1.78 juta ton, sedangkan sebagian besar dari nikel yang dikonsumsi di dunia berasal dari proses daur ulang. Salah satu bijih nikel laterit yang diproduksi di Indonesia adalah bijih nikel laterit dari Pomalaa, Sulawesi Tenggara. Berdasarkan hasil analisis kandungan dengan alat XRF, diketahui kandungan bijih nikel laterit Pomalaa seperti yang disediakan pada tabel 1.1. berikut.

Tabel 1.1. Tabel kandungan bijih nikel laterit Pomalaa

Unsur	Kadar (%)
O	39,05
Fe	29,68
Si	16,72
Mg	7,55
Ni	3,63
Cr	1,25

Sebagai akibat dari penggunaan nikel yang luas pada dunia industri, harga dan permintaan nikel selalu bergerak dinamis. Harga nikel pernah mencapai titik tertinggi yaitu 52.000 US\$ per ton pada bulan Mei tahun 2007, dan mencapai titik terendah pada 8.700 US\$ pada saat data ini diambil, yaitu bulan Maret 2016. ^[1]

Selama ini, sebagian besar produksi nikel menggunakan sumber sulfida sebagai bahan baku. Produksi ini diperkirakan sudah mencapai titik puncak dan tidak dapat berkembang lebih jauh lagi. Karena itu, perlu dicari alternatif baru untuk memperoleh nikel lewat sumber lain, misalnya dengan bijih laterit. Alternatif ini perlu dilakukan supaya

produksi nikel dari nikel laterit lebih efisien, murah dan berkelanjutan. Terlebih lagi, 70% nikel yang ada di dunia berada di dalam bijih laterit, sedangkan hanya 40% produksi nikel berasal dari bahan nikel laterit. ^[2] Proses produksi nikel di dunia sebagian besar menggunakan proses *high pressure acid leaching* (HPAL) dan *atmospheric pressure acid leaching* (APAL).

High Pressure Acid Leaching menggunakan tekanan operasi pada 4-5 MPa dan suhu operasi 245-270°C ^[3] ^[4] ^[5], serta autoklaf khusus yang dilapisi titanium. ^[5] ^[6] *Atmospheric pressure acid leaching* dioperasikan pada suhu yang rendah dan alat yang relatif sederhana. Karena kebutuhan tekanan dan suhu operasi HPAL yang tinggi, maka HPAL membutuhkan alat yang lebih mahal dan kompleks dari APAL, sehingga APAL dapat digunakan sebagai alternatif yang lebih murah. Namun, proses AL memiliki beberapa kekurangan seperti kinetika reaksi ekstraksi nikel yang rendah dan *liquor* hasil produksi yang mengandung besi dan aluminium terlarut.

Proses-proses *leaching* nikel laterit memiliki beberapa variabel penting yang dapat mempengaruhi perolehan nikel hasil *leaching*, beberapa diantaranya adalah suhu operasi, ukuran partikel bijih laterit yang digunakan, dan jenis asam yang dipakai. Dalam mempelajari variabel-variabel tersebut, terdapat suatu parameter yang dapat mengkuantifikasi pengaruh variabel tersebut, yaitu kinetika proses *leaching*. Upaya mempelajari kinetika dan mekanisme proses *leaching* dapat memperjelas pengaruh variabel-variabel tersebut terhadap proses *leaching*. Untuk mempelajari kinetika reaksi tersebut dibutuhkan suatu model yang dapat meningkatkan pemahaman terhadap mekanisme proses *leaching* nikel laterit sekaligus merepresentasikan mekanisme proses *leaching* yang terjadi.

Dalam studi *leaching* nikel laterit yang pernah dilakukan sebelumnya, model *shrinking core* sering dipakai untuk mendeskripsikan mekanisme proses *leaching*. Model *shrinking core* adalah model yang pertama kali dibuat oleh Yagi dan Kunii (1955). Sebagian besar penelitian yang sudah dilakukan memberi kesimpulan bahwa *shrinking core* adalah model yang tepat dan cocok untuk menentukan kinetika reaksi. Namun demikian, masih dimungkinkan terdapat model lain yang lebih cocok untuk *leaching* nikel laterit. Menurut penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya ^[8], model *shrinking core* bukan merupakan model yang paling cocok untuk proses *leaching* nikel laterit.

Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan proses APAL dengan jenis asam yaitu asam sulfat, jenis bahan yaitu *Pomalaa nickel laterite ore*, dan variabel yang akan

dimanipulasi adalah suhu dan ukuran partikel. Data penelitian yang didapat akan digunakan untuk mengkaji penggunaan model *shrinking core* dan menentukan apakah model ini merupakan model yang terbaik untuk merepresentasikan mekanisme dan kinetika proses *leaching* atau masih ada ruang untuk penyempurnaan model ini.

1.2. Tema Sentral Masalah

Selama ini, model *shrinking core* selalu menjadi model yang digunakan untuk mewakili mekanisme dan kinetika proses *leaching* nikel laterit. Seiring perkembangan jaman, muncul sebuah sumber yang meragukan penggunaan model *shrinking core* dalam proses *leaching* tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji penggunaan model *shrinking core* dan menemukan alternatif model lain jika memang diperlukan.

1.3. Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh dari suhu operasi pada proses *leaching* dengan menggunakan asam sulfat sebagai *leachant* terhadap persentase perolehan nikel?
2. Bagaimana pengaruh dari ukuran partikel pada proses *leaching* dengan menggunakan asam sulfat sebagai *leachant* terhadap persentase perolehan nikel?
3. Bagaimana kinetika proses *leaching* nikel laterit dengan menggunakan asam sulfat sebagai *leachant*?

1.4. Premis

Tabel 1.2. Tabel premis nilai persentase *recovery*

Sumber	Bahan	Jenis asam	Waktu (menit)	Ukuran (μm)	T (K)	Persentase <i>recovery</i> nikel (%)
Thubakgale, dkk., 2012	<i>Low-grade</i> bijih laterit Afrika Selatan	H_2SO_4	480	250	298	9,5
					363	15
Liu, dkk., 2009	Yuanjing <i>nickel laterite ore</i>	H_2SO_4	-	165	353	92,5
					378	97,5
Luo, dkk., 2015	Bijih laterit dari Indonesia	H_2SO_4	120	74	323	8
					363	40

Tabel 1.2. Tabel premis nilai persentase *recovery* (lanjutan)

Sumber	Bahan	Jenis asam	Waktu (menit)	Ukuran (μm)	T (K)	Persentase <i>recovery</i> nikel (%)
Goveli, 2006	<i>Gordes nickel laterite ore</i>	HCl	15	-106	298	11,3
					323	16,37
					348	28,53
					373	48,58
Gharabaghi, dkk., 2012	Residu pabrik Zn di Zanjan, Iran	H ₂ SO ₄	5	-250	298	52,43
					328	60
					348	69,72
Wanta, K.C., Perdana, I., Petrus, H.T.B.M. (2017)	Pomalaa <i>nickel laterite ore</i>	C ₆ H ₈ O ₇	120	-40 -24 -74	358	7
					358	11
					358	11,5

Tabel 1.3. Tabel premis nilai Ea

Sumber	Jenis ore	Model dan tahap pengontrol	Ea (kJ/mol)
Agacayak, Zedef, 2012	Bijih laterit Karacam, Turkey	<i>Shrinking core</i> , difusi abu	68,66
McCarthy, dkk., 2014	Bijih laterit Australia Barat	<i>Shrinking core</i> difusi film	75.5 \pm 38
Stopic, dkk., 2003	Bijih laterit, Serbia	<i>Shrinking core</i> difusi internal	60
Subagja, Firdiyono, 2015	Kalsin hasil pemanggangan reduksi bijih nikel laterit	<i>Shrinking core</i> , difusi abu	26,73
Wanta, dkk.	Bijih nikel laterit saprolit, Pomalaa, Sulawesi Tenggara	Model <i>Lump</i>	-

1.5. Hipotesis

1. Semakin besar suhu operasi, maka semakin besar nilai persentase nikel yang diperoleh dari proses *leaching*.
2. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin besar nilai persentase nikel yang diperoleh dari proses *leaching*.
3. Dibandingkan dengan model *Lump*, model *Shrinking Core*, kasus difusi internal, lebih cocok untuk merepresentasikan proses APAL nikel laterit.

1.6. Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh variabel suhu operasi terhadap persentase nikel yang diperoleh dari proses *leaching* nikel laterit Pomalaa dengan asam sulfat sebagai *leachant*.
2. Mempelajari pengaruh variabel ukuran partikel nikel laterit terhadap persentase nikel yang diperoleh dari proses *leaching* nikel laterit Pomalaa dengan asam sulfat sebagai *leachant*.
3. Mempelajari kinetika proses *leaching* nikel laterit dengan menggunakan asam sulfat sebagai *leachant* dengan cara mengevaluasi model *Shrinking Core* dan model *Lump*.

1.7. Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai *atmospheric pressure acid leaching* nikel laterit menggunakan asam sulfat bermanfaat bagi dunia, negara, dan ilmuwan.

Bagi Dunia :

Meningkatkan produksi untuk memenuhi kebutuhan nikel dunia

Bagi Negara :

1. Meningkatkan pengetahuan bangsa Indonesia dalam teknologi produksi nikel khususnya menggunakan metode *atmospheric pressure acid leaching* nikel laterit menggunakan asam sulfat.
2. Meningkatkan ekonomi bangsa Indonesia lewat peningkatan efisiensi produksi nikel.

Bagi Ilmuwan :

Meningkatkan pengetahuan mengenai kinetika proses *atmospheric acid leaching* nikel laterit menggunakan asam sulfat.