

**KINETIKA PROSES *REACTIVE EXTRACTION* NIKEL
LATERIT DENGAN MENGGUNAKAN ASAM NITRAT PADA
KONDISI ATMOSFERIK**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

Felisha Hapsari Tanujaya

(2014620001)

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 MENGGUNAKAN ASAM NITRAT PADA KONDISI
ATMOSFERIK**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 21 Desember 2017

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

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



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**



SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Felisha Hapsari Tanujaya

NPM : 2014620001

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

KINETIKA PROSES *REACTIVE EXTRACTION* NIKEL LATERIT DENGAN MENGUNAKAN ASAM NITRAT PADA KONDISI 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, 21 Desember 2017

Felisha Hapsari Tanujaya

(2014620001)

LEMBAR REVISI



**JUDUL : KINETIKA PROSES *REACTIVE EXTRACTION* NIKEL LATERIT
DENGAN MENGGUNAKAN ASAM NITRAT PADA KONDISI
ATMOSFERIK**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 21 Desember 2017

Penguji 1

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

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

Penguji 2

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

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Kinetika Proses *Reactive Extraction* Nikel Laterit dengan Menggunakan Asam Nitrat pada Kondisi Atmosferik” tepat waktu. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Dengan 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, pengarahan, ilmu pengetahuan, waktu, dan saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
2. Bapak Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, waktu, dan saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga penulis atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
4. Teman-teman penulis 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 masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan, saran, serta kritik yang membangun sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan laporan berikutnya. Penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 21 Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis	3
1.5 Hipotesis	5
1.6 Tujuan Penelitian	6
1.7 Manfaat penelitian	6
BAB II	7
2.1. Nikel Laterit	7
2.2. Proses Pengolahan Nikel Laterit.....	12
2.2.1. <i>Proses High Pressure Acid Leaching</i> (HPAL)	14
2.2.2. <i>Atmospheric Pressure Acid Leaching</i> (APAL).....	15
2.3. Proses <i>Leaching</i>	15
2.4. Asam Nitrat.....	17
2.5. Proses Leaching Nikel Laterit dengan Asam Nitrat	18
2.6. Model Kinetika Proses <i>Leaching</i>	20
2.6.1. Model <i>Shrinking Core</i>	21
2.6.2. Model <i>Lump</i>	25
2.7. Metode Analisis Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)	30
BAB III.....	33

3.1. Gambaran Umum Penelitian.....	33
3.2. Alat dan Bahan.....	33
3.2.1. Bahan.....	33
3.2.2. Alat.....	34
3.3. Rangkaian Alat Penelitian	34
3.4. Prosedur Penelitian	35
3.4.1. Pembuatan Larutan Asam Nitrat 0,1 M	35
3.4.2. Penentuan Densitas Bijih Nikel Laterit.....	35
3.4.3. Proses Pengayakan Bijih Nikel Laterit.....	36
3.4.4. Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit.....	36
3.4.5. Proses Analisis menggunakan AAS.....	37
3.5. Metode Analisis Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit	38
3.5.1 Model <i>Shrinking Core</i>	38
3.5.2. Model <i>Lump</i>	39
3.6. Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	41
BAB IV.....	42
4.1. Karakteristik Nikel Laterit Pomalaa	42
4.2. Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Persentase <i>Recovery</i> Nikel pada Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit	44
4.2.1. Pengaruh Variasi Suhu terhadap Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit	44
4.2.2. Pengaruh Variasi Ukuran Partikel terhadap Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit	45
4.3. Kinetika Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit.....	46
4.3.1. Model <i>Shrinking Core</i>	46
4.3.2. Evaluasi Model <i>Shrinking Core</i>	48
4.3.2.1. Persamaan yang digunakan dalam menggambarkan kinetika proses leaching	48
4.3.2.2. Persentase kesalahan relatif dan nilai R^2	50
4.3.3. Penentuan Energi Aktivasi Proses <i>Leaching</i> Nikel Laterit	52
4.3.4. Model <i>Lump</i>	53
BAB 5.....	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN A	62
LAMPIRAN B.....	63

LAMPIRAN C.....	73
LAMPIRAN D	82
LAMPIRAN E.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Profil nikel laterit dan proses pengolahan nikel	10
Gambar 2. 2. Distribusi nikel laterit dunia	12
Gambar 2. 3. Diagram proses pengolahan laterit	13
Gambar 2. 4. Tahap mekanisme reduksi mineral berpori.....	19
Gambar 2. 5. Mekanisme proses leaching	21
Gambar 2. 6. Skema difusi pada lapisan film.....	22
Gambar 2. 7. Skema difusi pada lapisan abu.....	23
Gambar 2. 8. Skema reaksi kimia.....	23
Gambar 2. 9. Ilustrasi penyusunan model lump	25
Gambar 2. 10. Skema diagram proses AAS	31
Gambar 3. 1. Rangkaian alat penelitian.....	34
Gambar 3. 2. Proses pembuatan asam nitrat 0,1 M	35
Gambar 3. 3. Penentuan densitas bijih nikel laterit	35
Gambar 3. 4. Proses pengayakan bijih nikel laterit	36
Gambar 3. 5. Tahap proses leaching nikel laterit	37
Gambar 3. 6. Tahap analisis sampel leaching nikel laterit	37
Gambar 3. 7. Alogaritma hitung model lump dengan software Matlab	40
Gambar 4. 1. Hasil analisis XRD bijih nikel laterit.....	42
Gambar 4. 2. Pengaruh variasi suhu terhadap persentase <i>recovery</i> nikel.....	44
Gambar 4. 3. Pengaruh variasi ukuran partikel terhadap persentase <i>recovery</i> nikel.....	45
Gambar 4. 4. Ilustrasi molekul reaktan atau produk yang terhambat pada pori partikel.....	47
Gambar 4. 5. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> -100+120 mesh, 358 K	48
Gambar 4. 6. Perbandingan fraksi <i>recovery</i> data penelitian dengan data.....	49
Gambar 4. 7. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> -100+120 mesh, 358 K	49
Gambar 4. 8. Perbandingan fraksi <i>recovery</i> data penelitian dengan data.....	50
Gambar 4. 9. Grafik Pengaluran $\ln k_d$ terhadap $1000/T$	52
Gambar 4. 10. Simulasi hasil model <i>lump</i> dengan model <i>shrinking core</i>	53
Gambar 4. 11. Grafik Pengaluran $\ln k_r$ terhadap $1000/T$	56
Gambar C. 1. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan film	73
Gambar C. 2. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan abu	73
Gambar C. 3. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap reaksi kimia (-100+120 mesh)..	74
Gambar C. 4. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan film (358 K).....	74
Gambar C. 5. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan abu (358 K)	75
Gambar C. 6. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap reaksi kimia (358 K).....	75
Gambar C. 7. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan film	76
Gambar C. 8. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan abu	76
Gambar C. 9. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap reaksi kimia (-100+120 mesh)..	77
Gambar C. 10. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan film (358 K).....	77
Gambar C. 11. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap difusi lapisan abu (358 K)	78
Gambar C. 12. Hasil simulasi model <i>shrinking core</i> tahap reaksi kimia (358 K).....	78
Gambar C. 13. Perbandingan penggunaan model <i>shrinking core</i> dengan model lump terhadap hasil fraksi <i>recovery</i> nikel pada suhu 303 K.....	79

Gambar C. 14. Perbandingan penggunaan model shrinking core dengan model lump terhadap hasil fraksi recovery nikel pada suhu 333 K.....	79
Gambar C. 15. Perbandingan penggunaan model shrinking core dengan model lump terhadap hasil fraksi recovery nikel pada suhu 358 K.....	80
Gambar C. 16. Perbandingan penggunaan model shrinking core dengan model lump terhadap hasil fraksi recovery nikel pada ukuran partikel -60+70 mesh.....	80
Gambar C. 17. Perbandingan penggunaan model shrinking core dengan model lump terhadap hasil fraksi recovery nikel pada ukuran partikel -100+120 mesh.....	81
Gambar C. 18. Perbandingan penggunaan model shrinking core dengan model lump terhadap hasil fraksi recovery nikel pada ukuran partikel -200 mesh.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Premis persentase recovery nikel maksimum.....	3
Tabel 1. 2. Premis Persentase Recovery Nikel Maksimum (lanjutan)	4
Tabel 1. 3. Premis energi aktivasi dan model kinetika proses leaching nikel laterit.....	4
Tabel 1. 4. Premis energi aktivasi dan model kinetika proses leaching nikel laterit (lanjutan).....	5
Tabel 3. 1. Fraksi nikel yang ter-recovery (X)	38
Tabel 3. 2. Hasil konstanta laju proses leaching dan nilai R^2	39
Tabel 3. 3. Tabel kerja penelitian	41
Tabel 4. 1. Hasil analisis XRF bijih nikel laterit	43
Tabel 4. 2. Nilai konstanta laju pengendali setiap tahapan model <i>shrinking core</i>	47
Tabel 4. 3. Nilai konstanta laju pengendali setiap tahapan model <i>shrinking core</i>	47
Tabel 4. 4. Persentase kesalahan (<i>error</i>) rata-rata terhadap variasi suhu	51
Tabel 4. 5. Persentase kesalahan (<i>error</i>) rata-rata terhadap variasi ukuran partikel	51
Tabel 4. 6. Nilai energi aktivasi dengan asam nitrat	52
Tabel 4. 7. Persentase kesalahan (<i>error</i>) rata-rata terhadap variasi suhu	54
Tabel 4. 8. Persentase kesalahan (<i>error</i>) rata-rata terhadap variasi ukuran partikel	54
Tabel 4. 9. Nilai konstanta reaksi (k_r) dan difusivitas efektif (De) variasi suhu	55
Tabel 4. 10. Nilai konstanta reaksi (k_r) dan difusivitas efektif (De) variasi ukuran partikel	55
Tabel B. 1. Hasil fraksi recovery nikel (X) variasi suhu (-100+120 mesh)	63
Tabel B. 2. Hasil fraksi recovery nikel (X) variasi ukuran partikel (358 K).....	63
Tabel B. 3. Hasil simulasi tahap difusi lapisan film.....	64
Tabel B. 4. Hasil simulasi tahap difusi lapisan abu.....	64
Tabel B. 5. Hasil simulasi tahap reaksi kimia	64
Tabel B. 6. Hasil konstanta laju proses leaching dan nilai R^2	64
Tabel B. 7. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan film	65
Tabel B. 8. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan abu	65
Tabel B. 9. Persentase kesalahan relatif tahap reaksi kimia.....	65
Tabel B. 10. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan film	66
Tabel B. 11. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan abu	66
Tabel B. 12. Persentase kesalahan relatif tahap reaksi kimia.....	66
Tabel B. 13. Hasil simulasi tahap difusi lapisan film.....	67
Tabel B. 14. Hasil simulasi tahap difusi lapisan abu.....	67
Tabel B. 15. Hasil simulasi tahap difusi reaksi kimia	67
Tabel B. 16. Hasil konstanta laju proses leaching dan nilai R^2	67
Tabel B. 17. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan film	68
Tabel B. 18. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan abu	68
Tabel B. 19. Persentase kesalahan relatif tahap reaksi kimia.....	68
Tabel B. 20. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan film	69
Tabel B. 21. Persentase kesalahan relatif tahap difusi lapisan abu	69
Tabel B. 22. Persentase kesalahan relatif tahap reaksi kimia.....	69
Tabel B. 23. Fraksi recovery nikel (X) model lump variasi suhu	70
Tabel B. 24. Fraksi recovery nikel (X) model lump variasi ukuran partikel.....	70

Tabel B. 25. Nilai konstanta reaksi (k_r) dan difusivitas efektif (De) variasi suhu.....	70
Tabel B. 26. Nilai konstanta reaksi (k_r) dan difusivitas efektif (De) variasi ukuran partikel	71
Tabel B. 27. Persentase kesalahan relatif (%-error) model lump variasi suhu.....	71
Tabel B. 28. Persentase kesalahan relatif (%-error) model lump variasi ukuran partikel...	71
Tabel B. 29. Perbandingan kesalahan relatif (%-error) model shrinking core terhadap model lump pada variasi suhu	72
Tabel B. 30. Perbandingan kesalahan relatif (%-error) model shrinking core terhadap model lump pada variasi ukuran partikel	72

INTISARI

Pada zaman sekarang ini, kebutuhan nikel dari tahun ke tahun untuk keperluan industri dan teknologi semakin meningkat. Sumber nikel yang tadinya berasal dari bijih sulfida sudah semakin berkurang jumlahnya karena persediaan di alam yang semakin berkurang. Sebagai gantinya, bijih nikel laterit sudah mulai dikembangkan untuk menggantikan sumber nikel yang berasal dari bijih sulfida. Bijih laterit memiliki kandungan nikel yang cukup besar serta penyebarannya yang cukup luas dan lebih mudah diambil karena letaknya berada dekat dengan permukaan tanah. Oleh karena itu, penelitian tentang pengolahan bijih laterit dalam meningkatkan persentase *recovery* nikel perlu dikembangkan untuk menggantikan nikel sulfida yang sudah hampir habis. Proses pengolahan bijih laterit dapat dilakukan dengan menggunakan proses pirometalurgi dan hidrometalurgi.

Pada penelitian ini, proses pengolahan bijih laterit dilakukan menggunakan proses hidrometalurgi dengan metode APAL (*Atmospheric Pressure Acid Leaching*) dengan asam nitrat sebagai *leachant*. Bahan yang digunakan berupa bijih laterit dengan jenis limonit yang berasal dari Pomalaa, Sulawesi Tenggara, Indonesia. Variasi suhu yang digunakan yaitu 303 K, 333 K, dan 358 K, sedangkan ukuran partikel yang digunakan yaitu -60+70 mesh, -100+120 mesh, dan -200 mesh. Kecepatan pengadukan 200 rpm, rasio padat-cair sebesar 20% massa sampel/volume larutan asam, dan konsentrasi *leachant* asam nitrat 0,1 M dijaga konstan. Selain itu, percobaan ini juga ditujukan untuk mempelajari kinetika proses *leaching* nikel laterit dan mengevaluasi model kinetika yang sesuai dengan proses yang terjadi.

Proses *leaching* nikel laterit diawali dengan proses pengayakan bijih nikel laterit sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, kemudian pembuatan larutan asam nitrat 0,1 M sebagai *leachant*, dan penentuan densitas nikel laterit. Setelah proses persiapan bahan selesai, dilakukan proses *leaching* nikel laterit dengan asam nitrat selama 2 jam dan dilakukan proses pengambilan sampel pada menit ke-5,10, 15, 30, 60, dan 120. Sampel kemudian diendapkan dan cairan sampel dianalisis menggunakan spektrofotometri serapan atom (AAS) untuk mengetahui konsentrasi nikel di dalamnya. Dari data konsentrasi nikel yang diperoleh, maka kinetika proses yang terjadi selama proses *leaching* berlangsung dapat diketahui. Model kinetika yang digunakan untuk percobaan ini adalah model *shrinking core* dan model *lump*. Model *lump* digunakan untuk mengevaluasi model *shrinking core* yang sudah digunakan oleh para peneliti sebelumnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi ukuran partikel tidak terlalu memberikan hasil yang cukup signifikan terhadap persentase *recovery* nikel, namun memberikan hasil yang signifikan pada variasi suhu yang digunakan dalam proses *leaching*. Pada model *shrinking core*, difusi melalui lapisan abu merupakan model kinetika yang dapat menggambarkan fenomena proses *leaching* dalam penelitian ini. Namun peneliti menemukan beberapa kelemahan dalam penggunaan model *shrinking core* seperti yang sudah digunakan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Model *lump* yang digunakan untuk memperbaiki model *shrinking core* memiliki persentase kesalahan relatif yang lebih rendah dibandingkan dengan model *shrinking core* dengan selisih persentase kesalahan relatif $\pm 5\%$. Nilai energi aktivasi yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 34-35 kJ/mol yang menunjukkan bahwa bijih nikel laterit ini relatif mudah untuk dilakukan proses ekstraksi.

Kata kunci : *leaching*, nikel laterit, asam nitrat, suhu, ukuran partikel, model *shrinking core*, model *lump*

ABSTRACT

In this era, the need for nickel from year to year to supply industrial and technological demand is rising. Sources of nickel from sulphide ores is decreasing throughout the year because of a diminishing supply of nature. Instead, laterite nickel ore has already been developed to replace nickel sources derived from sulphide ores. The laterite ore has a considerable amount of nickel content also being more widely distributed and more easily removed because of its proximity to the ground. Therefore, research on the processing of laterite ore to increase the nickel recovery needs to be developed to replace the already exhausted nickel sulphide. The processing of laterite ore can be done by using pyrometallurgical and hydrometallurgical processes.

In this research, laterite ore processing is done using hydrometallurgical process with APAL (Atmospheric Pressure Acid Leaching) method with nitric acid as leachant. Material used in the form of laterite ore with limonite species from Pomalaa, Southeast Sulawesi, Indonesia. The temperature variations used are 303 K, 333 K, and 358 K, while the particle size used is -60 + 70 mesh, -100 + 120 mesh, and -200 mesh. The stirring speed of 200 rpm, solid-liquid ratio of 20% sample mass/volume of acid solution, and the concentration of 0.1 M nitric acid leachant is maintained constant. In addition, this experiment is also intended to study the kinetics of the laterite nickel leaching process and to evaluate the kinetics model according to the process.

The lateritic nickel leaching process begins with a laterite nickel sieving process according to a predetermined size, then preparing 0.1 M nitric acid solution as a leachant, and determining the density of the lateritic nickel ore. After the preparation process is finished, leaching process was done with nitric acid for 2 hours and the sampling process was done at 5th, 10th, 15th, 30th, 60th, and 120th minute. The samples were then precipitated by gravity and its liquids were then analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) to know the concentration of nickel in them. From the nickel concentration data obtained, the process kinetics that occurs during the leaching process can be known. The kinetic model used for this experiment is the shrinking core model and the lump model. The lump model is used to evaluate the shrinking core model that has been used by previous researchers.

The results showed that particle size variations did not give significant results to the percentage of nickel recovery, but the temperature variations used in the leaching process did. In the shrinking core model, the diffusion through the ash layer is a kinetic model that can illustrate the phenomenon of leaching process in this study. But some weakness is found in the use of shrinking core models such as those already used by some previous researchers. The lump model used to improve the shrinking core model has a relatively lower error rate compared to the shrinking core model with a margin of $\pm 5\%$ relative error rate. The value of activation energy obtained in this study is 34-35 kJ/mol, which indicates that the lateritic nickel ore is relatively easy to do the extraction process.

Keywords : leaching, laterite nickel, nitric acid, temperature, particle size, shrinking core model, lump model

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nikel merupakan salah satu unsur penting dalam dunia industri terutama pada industri *stainless steel*. Nikel juga digunakan untuk pelapisan bahan logam karena tahan terhadap korosi dan suhu tinggi. Di alam, unsur nikel dapat ditemukan dalam bentuk oksida, sulfida, dan silikat. Sumber nikel di alam sebagian besar terdapat pada bijih nikel laterit (70%) dan bijih nikel sulfida (30%). Pada bijih sulfida, kandungan nikel sebesar 0,4-2%, sedangkan untuk bijih laterit, kandungan unsur nikelnya berdasarkan dari profil tanah, lokasi, dan kondisi cuaca. Perbedaan kondisi ini menyebabkan adanya beberapa jenis dari bijih laterit seperti limonit, saprolit, garnierit, dan nontronit dengan kandungan unsur yang berbeda-beda.^[1]

Dewasa ini, bijih laterit lebih banyak digunakan sebagai sumber unsur nikel meskipun kandungan unsur nikelnya lebih kecil dibandingkan dengan bijih sulfida. Hal ini dikarenakan keberadaan bijih sulfida yang semakin berkurang. Nikel laterit dapat diperoleh dari hasil pelapukan batuan induk jenis ultrabasa yang biasanya berada di daerah beriklim tropis sampai sub-tropis seperti pada negara Indonesia, Filipina, Columbia, dan Australia. Di Indonesia, tanah dengan kandungan nikel laterit tertinggi berada di daerah Sorowako (Sulawesi Selatan), Bahodopi (Sulawesi Tengah), dan Pomalaa (Sulawesi Tenggara).^[1]

Dalam skala industri, proses pengolahan nikel laterit dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu proses *smelting (pyrometallurgy)*, proses Caron (*pyrohydrometallurgy*), dan *High Pressure Acid Leaching* atau HPAL (*hydrometallurgy*). Seiring berjalannya waktu, metode alternatif untuk meminimalkan kebutuhan energi dan biaya energi pada proses HPAL dapat digantikan dengan menggunakan metode *Atmospheric Pressure Acid Leaching* (APAL), yaitu proses *leaching* pada kondisi atmosferik dan suhu rendah. Hal ini dinilai lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan metode HPAL karena dalam proses HPAL, kebutuhan energi dan biaya operasional masih dinilai cukup tinggi.^[1, 2]

Leachant (pelarut) yang dapat digunakan pada metode HPAL maupun APAL untuk mengekstraksi mineral logam dari bijih laterit dapat berupa asam inorganik maupun asam organik seperti asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO_3), asam sitrat

($C_6H_8O_7$), asam oksalat ($H_2C_2O_4$), dan asam laktat ($C_3H_6O_3$). Dari proses *leaching* APAL atau HPAL, persentase hasil *recovery* nikel dapat diperoleh. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil *recovery* nikel adalah distribusi ukuran partikel dari padatan, kecepatan pengadukan, suhu yang digunakan saat proses berlangsung, lama waktu *leaching*, konsentrasi *leachant* yang digunakan, dan jenis *leachant* yang digunakan. [8,13]

Studi tentang kinetika proses merupakan bagian yang penting pada suatu proses kimia untuk menggambarkan bagaimana proses itu berlangsung. Dari hasil studi kinetika proses *leaching* ini, proses pengendalian laju reaksi, parameter kinetika (konstanta laju reaksi atau koefisien difusi), energi aktivasi, dan persamaan atau model kinetiknya dapat diketahui, sehingga tahapan *scale-up* proses dapat dilakukan untuk skala industri. Tahapan proses yang memiliki laju paling lambat akan menjadi penentu laju proses secara keseluruhan. Hal ini penting untuk diketahui supaya dapat diketahui upaya apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan laju proses *leaching*, seperti peningkatan suhu, konsentrasi, kecepatan pengadukan, atau ukuran partikel yang digunakan. [13,20]

Selama ini, studi tentang kinetika proses *leaching* nikel laterit dengan menggunakan model *shrinking core* telah dipelajari oleh para peneliti-peneliti sebelumnya di mana tahapan difusi melalui lapisan abu yang paling mengontrol pada proses *leaching* ini. Akan tetapi, penelitian yang dilakukan oleh Wanta, dkk. (2016) [3] menunjukkan bahwa model *shrinking core* bukanlah model yang paling tepat untuk menggambarkan fenomena fisis proses *leaching* nikel laterit dengan menggunakan asam sitrat sebagai *leachant*. Oleh karena itu, pada penelitian ini, peneliti akan mempelajari kinetika proses *leaching* nikel laterit dengan menggunakan asam nitrat sebagai *leachant* pada kondisi atmosferik dan mengevaluasi model kinetika yang sesuai dengan proses *leaching* ini. Penggunaan asam nitrat sebagai *leachant* dipilih karena asam nitrat dapat didaur ulang atau diregenerasi kembali setelah proses *leaching* berlangsung melalui teknologi pirohidrolisis. Penelitian proses *leaching* nikel laterit ini menggunakan bijih nikel laterit jenis limoit yang berasal dari Pomalaa, Sulawesi Tenggara yang memiliki kandungan Fe_2O_3 74,1%, MgO 1,18%, NiO 2,27%, SiO_2 9,98%, Al_2O_3 7,13%, MnO 1,06%, dan beberapa kandungan mineral lainnya. Peneliti berharap dengan hasil parameter dan model kinetika yang diperoleh dari kinetika proses *leaching* nikel laterit ini dapat digunakan lebih lanjut ke dalam skala industri.

1.2 Tema Sentral Masalah

Penelitian ini akan difokuskan pada studi kinetika proses *leaching* nikel laterit pada kondisi atmosferik dengan menggunakan asam nitrat sebagai *leachant*. Variabel suhu dan ukuran partikel nikel laterit divariasikan selama proses *leaching* dan hasil percobaan ini akan mendukung studi kinetika proses *leaching* ini.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu pada proses *leaching* dengan menggunakan asam nitrat sebagai *leachant* terhadap nilai persentase *recovery* nikel?
2. Bagaimana pengaruh variasi ukuran partikel nikel laterit pada proses *leaching* nikel laterit dengan menggunakan asam nitrat sebagai *leachant* terhadap nilai persentase *recovery* nikel?
3. Bagaimana kinetika proses yang terjadi pada proses *leaching* nikel laterit pada kondisi atmosferik dengan menggunakan asam nitrat sebagai *leachant*?

1.4 Premis

Tabel 1. 1. Premis persentase *recovery* nikel maksimum

Peneliti (Tahun)	Nikel laterit (Asal)	Jenis asam	Suhu (K)	Ukuran Partikel	Konsentrasi	Waktu <i>Leaching</i>	Persentase <i>Recovery</i> Nikel Maksimum
Agacayak, dkk. (2016) ^[4]	Limonit (Karacam, Turki)	HNO ₃	313	-106µm	0,5 M	240 menit	±13%
			323				±18%
			333				±30%
			343				±37%
			353				±56%
			363				±95%
369	100%						
Agacayak, dkk. (2016) ^[4]	Limonit (Karacam, Turki)	HNO ₃	353	75–106µm, 45–75µm, 38–45µm, <38µm	0,5 M	240 menit	±64% ±70% ±77% 99%
Astuti, dkk. (2016) ^[5]	Saprolit (Sulawesi, Indonesia)	HNO ₃	303	<75µm	1 M	15 hari	±43%

Tabel 1. 2. Premis Persentase *Recovery* Nikel Maksimum (lanjutan)

Peneliti (Tahun)	Nikel laterit (Asal)	Jenis asam	Suhu (K)	Ukuran Partikel	Konsentrasi	Waktu <i>Leaching</i>	Persentase <i>Recovery</i> Nikel Maksimum
Astuti, dkk. (2016) [5]	Saprolit (Halmahera, Indonesia)	HNO ₃	303	<75µm	1 M	15 hari	±35%
Mubarok dan Fathoni (2015) [6]	Limonit (Halmahera, Indonesia)	HNO ₃	348 358 368	-65+100 mesh	6 M	8 jam	58% ±82% 95%
Thubagale, dkk. (2013) [7]	Saprolit (Afrika-Selatan)	H ₂ SO ₄	363	-250µm, - 106+75µm, -75+45µm, -45µm	4 M	480 menit	±16% ±99% ±37% ±15%
Astuti, dkk. (2016) [5]	Saprolit (Halmahera, Indonesia)	HCl	303	<75µm	1 M	15 hari	±38%
Wanta, dkk. (2016) [3]	Limonit (Pomalaa, Sulawesi Tenggara)	C ₆ H ₈ O ₇	358	-60+70 mesh, -100+120 mesh, -200 mesh	0,1 M	120 menit	±7,7% ±11,6% ±11,8%

Tabel 1. 3. Premis energi aktivasi dan model kinetika proses *leaching* nikel laterit

Peneliti (Tahun)	<i>Leachant</i>	Energi Aktivasi (kJ/mol)	Model Kinetika
Agacayak, dkk. (2016) [4]	HNO ₃	79,52	<i>Shrinking core</i> : difusi melalui lapisan abu (<i>ash layer</i>)
Mubarok dan Fathoni (2016) [8]	HNO ₃	46,78	<i>Shrinking core</i> : difusi melalui lapisan abu (<i>ash layer</i>)
Ayanda, dkk. (2011) [9]	HNO ₃	64,31	<i>Shrinking core</i> : difusi melalui lapisan abu (<i>ash layer</i>)

Tabel 1. 4. Premis energi aktivasi dan model kinetika proses *leaching* nikel laterit (lanjutan)

Peneliti (Tahun)	<i>Leachant</i>	Energi Aktivasi (kJ/mol)	Model Kinetika
Agacayak dan Zedef (2012) ^[10]	H ₂ SO ₄	68,66	<i>Shrinking core</i> : difusi melalui lapisan abu (<i>ash layer</i>)
Purwanto, dkk. (2003) ^[11]	H ₂ SO ₄	42,2	<i>Shrinking core</i> : reaksi kimia
Stopic, dkk. (2003) ^[12]	H ₂ SO ₄	60,0	<i>Shrinking core</i> : difusi melalui lapisan abu (<i>ash layer</i>)
Ayanda, dkk. (2011) ^[9]	H ₂ SO ₄	67,53	<i>Shrinking core</i> : difusi melalui lapisan abu (<i>ash layer</i>)
Ayanda, dkk. (2011) ^[9]	HCl	60,23	<i>Shrinking core</i> : difusi melalui lapisan abu (<i>ash layer</i>)
Wanta, K.C. (2016) ^[25]	C ₆ H ₈ O ₇	-	<i>Model Lump</i>

1.5 Hipotesis

1. Semakin tinggi suhu yang digunakan pada proses *leaching*, semakin besar nilai persentase *recovery* nikel yang diperoleh.
2. Semakin kecil ukuran partikel nikel laterit yang digunakan pada proses *leaching*, semakin tinggi nilai persentase *recovery* nikel yang diperoleh.
3. Model kinetika *shrinking core* dengan jenis difusi melalui lapisan abu merupakan model kinetika yang dapat menggambarkan fenomena fisis proses *leaching* nikel laterit Pomalaa dengan menggunakan asam nitrat sebagai *leachant*.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh variasi suhu terhadap nilai persentase *recovery* nikel.
2. Mempelajari pengaruh variasi ukuran partikel terhadap nilai persentase *recovery* nikel.
3. Mempelajari kinetika proses *leaching* nikel laterit Pomalaa dengan menggunakan asam nitrat sebagai *leachant*.

1.7 Manfaat penelitian

1. Bagi dunia pendidikan Indonesia

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan yang berguna untuk kemajuan pendidikan Indonesia terutama dalam bidang mineral, khususnya nikel laterit.

2. Bagi bangsa dan negara

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengembangan sumber daya mineral yang ada di Indonesia, khususnya nikel laterit. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan ke dalam skala industri untuk peningkatan hasil *recovery* nikel, sehingga perekonomian Indonesia dapat meningkat.