

ANALISIS SELEKTIVITAS PELINDIAN NIKEL BERBASIS BIJIH NIKEL LATERIT MENGGUNAKAN ASAM SULFAT DAN ASAM FOSFAT

STUDY OF NICKEL LEACHING SELECTIVITY BASED ON LATERITE NICKEL ORE USING SULFURIC ACID AND PHOSPHORIC ACID

Syamsul Hidayat*, Sri Yulianti, Dian Anggreini dan Syamsul Bahtiar
Program Studi Teknik Metalurgi Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia
*Email: syamsul.hidayat@uts.ac.id

Diterima: 21 April 2021. Disetujui: 17 Mei 2021. Dipublikasikan: 2 Juni 2021

Abstrak: Studi selektivitas pelindian nikel berbasis bijih nikel laterit menggunakan asam sulfat dan asam fosfat pada kondisi atmosferis telah berhasil dilakukan. Pada penelitian ini, proses pelindian nikel laterit dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan dan waktu operasi. Konsentrasi larutan asam sulfat dan asam fosfat divariasikan pada konsentrasi 5 M dan 6 M, sedangkan waktu operasi divariasikan pada 4 jam dan 6 jam. Untuk kondisi operasi lainnya dijaga konstan pada suhu operasi 90°C, densitas pulp 15% w/v, ukuran partikel ≤ 200 mesh. Setelah itu, tahapan analisis dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui kadar nikel di dalam sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *recovery* nikel tertinggi diperoleh pada konsentrasi larutan asam sulfat 5 M sebesar 2,60% dan asam fosfat 5 M sebesar 2,59% dengan waktu operasi optimum pada 4 jam waktu operasi.

Kata Kunci: laterit, nikel, *recovery*, asam sulfat, asam fosfat.

Abstract: Study of nickel leaching selectivity based on laterite nickel ore using sulfuric acid and phosphoric acid under atmospheric conditions has been successfully carried out. In this study, the laterite nickel leaching process was carried out by varying the solution concentration and operating time. The concentrations of sulfuric acid and phosphoric acid solutions were varied at 5 M and 6 M concentrations, while the operating time was varied at 4 hours and 6 hours. For other operating conditions, it kept constant with an operating temperature of 90 °C, pulp density 15% w / v, particle size ≤ 200 mesh. After that, the analysis stage was carried out using an atomic absorption spectroscopy (AAS) tool to determine the nickel content in the sample. The results showed that the highest nickel recovery was obtained at the concentration of 5 M sulfuric acid solution of 2.60% and 5 M phosphoric acid of 2.59% with the optimum operating time at 4 hours of operating time.

Keywords: *laterite, nickel, recovery, sulfuric acid, phosphoric acid.*

PENDAHULUAN

Logam nikel merupakan unsur yang banyak dipergunakan dalam berbagai aplikasi pada era modern, di antaranya adalah sebagai unsur penguat dalam baja tahan karat, baja paduan lain, paduan nonferro, dan baterai. Di masa mendatang kebutuhan nikel diprediksi akan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan pembangunan infrastruktur dan produksi barang yang memerlukan bahan baku nikel di berbagai negara [1].

Sumber logam nikel di alam terdapat dalam bentuk endapan bijih sulfida dan endapan bijih laterit. Endapan bijih sulfida biasanya terdapat di belahan bumi bagian utara, sementara endapan bijih laterit biasanya terdapat di belahan bumi beriklim tropis [2]. Indonesia sebagai salah satu negara beriklim tropis memiliki cadangan bijih nikel laterit yang sangat besar [3]. Sekitar 12% cadangan nikel di dunia terdapat di Indonesia dalam bentuk bijih nikel laterit. Endapan bijih nikel banyak terdapat di Indonesia bagian timur seperti pulau Sulawesi, pulau Maluku, dan pulau Papua.

Pengolahan laterit dapat menggunakan proses pirometalurgi dan hidrometalurgi. Hidrometalurgi merupakan proses ekstraksi logam yang dilakukan pada suhu yang relatif rendah dengan cara pelindian menggunakan larutan kimia, sedangkan pirometalurgi merupakan proses ekstraksi logam yang dilakukan pada suhu tinggi [4]. Selama ini, proses pengolahan nikel laterit di Indonesia didominasi dengan menggunakan proses peleburan. Pada proses tersebut diperlukan energi yang sangat besar. Selain itu, produk yang dihasilkan melalui proses peleburan ini adalah produk turunan yang masih mengandung mineral-mineral lain (tidak menghasilkan produk nikel murni). Untuk mengatasi masalah ini, para peneliti telah menemukan sebuah metode yang disebut *Atmospheric Pressure Acid Leaching* (APAL) [5].

Pada penelitian sebelumnya, Guanghui Li, dkk (2008) telah melaporkan proses APAL dalam pemisahan nikel laterit kadar rendah dengan proses pelindian memakai dua variasi asam, yaitu asam

sulfat dan asam fosfat. Pemanfaatan proses APAL dinilai efektif dari sisi penghematan energi dan kemurnian produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, proses APAL diharapkan dapat diaplikasikan dalam skala industri di Indonesia agar nikel laterit Indonesia dapat dimanfaatkan secara efektif. Proses APAL memiliki keunggulan lebih ekonomis untuk diaplikasikan dalam skala industri dibandingkan proses lainnya. Hal ini disebabkan oleh penggunaan tekanan atmosferis dalam prosesnya, sehingga kebutuhan energi dan biaya operasional pada proses ini terbilang rendah.

Salah satu faktor penting agar proses APAL dapat diaplikasikan dalam skala industri adalah informasi mengenai mekanisme proses, model matematika, dan nilai konstanta/parameter yang berhubungan dengan proses pelindian tersebut. Informasi ini penting karena informasi tersebut akan digunakan untuk peningkatan performa di industri.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. Antam Tbk, UBPN Sulawesi Tenggara dan Laboratorium Kimia Universitas Sembilan Belas November Kolaka, Sulawesi Tenggara. Nikel laterit kadar rendah diambil di *stockyard* PT. Antam Tbk UBPN Sulawesi Tenggara. Sementara preparasi sampel dilakukan di satuan kerja *Sample Preparation*. Sebelum digunakan dalam proses pelindian, bijih nikel laterit kadar rendah direduksi ukurannya hingga ≤ 20 mesh. Sampel yang ukurannya lebih besar akan dihancurkan kembali menggunakan alat *jaw crusher* berukuran ≤ 20 mesh. Kemudian sampel yang telah berukuran ≤ 20 mesh akan dihomogenkan. Setelah itu, sampel dipreparasi dengan proses pengeringan menggunakan oven pada temperatur 100°C selama 6 jam. Lalu dilakukan reduksi ukuran menjadi ≤ 10 mesh dan ≤ 3 mesh, setelah itu sampel kembali dikeringkan selama 2 jam agar benar-benar kering. Setelah dikeringkan selama 2 jam barulah sampel direduksi kembali hingga ukurannya menjadi ≤ 200 mesh.

Setelah melalui proses preparasi, akan dilakukan proses pelindian. Bijih nikel laterit ditimbang sebanyak 20 gram. Kemudian dilakukan karakterisasi awal menggunakan XRF untuk mengetahui kandungan mineralnya. Bijih laterit dicampurkan dengan asam sulfat 5 dan 6 M sebanyak 200 ml kemudian dipanaskan dengan suhu 90°C dan diaduk dengan *magnetic stirrer* 400 rpm selama 4 dan 6 jam. Lalu hasil pelindian disaring, dan filtrat hasil pelindian dikarakterisasi menggunakan SSA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel nikel laterit *low-grade* Pomalaa diuji komponen penyusunnya dengan menggunakan alat x-ray fluorescence (XRF).

Tabel 1 Menunjukkan sampel nikel laterit *low-grade* ini didominasi oleh Silikon (Si) dan

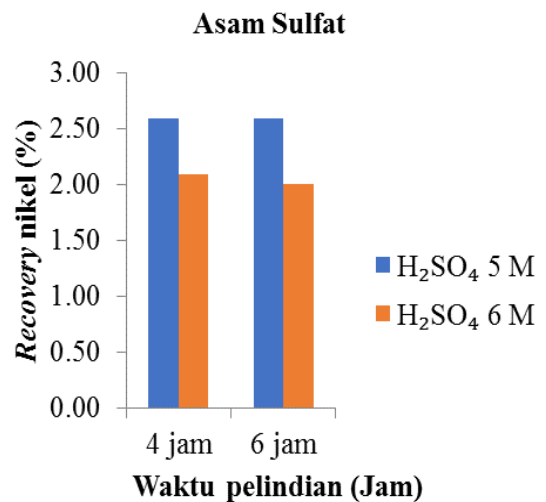
Magnesium (Mg), sedangkan kandungan nikel (Ni) pada sampel nikel laterit tersebut sebanyak 1,55%.

Tabel 1. Komposisi nikel laterit *low-grade*

Komposisi	Kadar (%)
Ni	1,55
Co	0,02
Fe	9,57
SiO ₂	56,2
CaO	1,91
MgO	13,57
Al ₂ O ₃	1,77

Hasil penelitian diamati pada asam inorganik mana yang lebih selektif dalam *recovery* nikel menggunakan karakterisasi dengan SSA. Indikator yang menjadi penentu keberhasilan penelitian ini dilihat dari pengaruh variasi konsentrasi larutan dan variasi waktu yang digunakan.

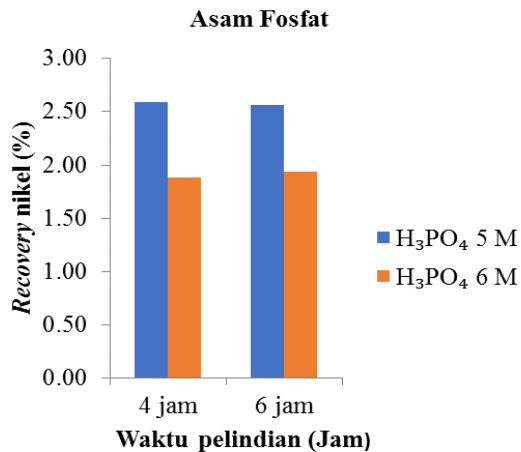
Pengaruh variasi konsentrasi larutan pelindian



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi asam sulfat 5 M dan 6 M terhadap *recovery* nikel laterit

Gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi larutan mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam proses ekstraksi nikel. Dengan menjaga kondisi operasi tetap konstan, nikel yang terlarut semakin meningkat seiring dengan tingginya konsentrasi larutan pada rentang waktu yang sama. Dari grafik pada Gambar 1 terlihat bahwa pada konsentrasi asam sulfat 5 M dan 6 M, ekstraksi nikel yang dihasilkan pada penelitian ini kurang menunjukkan hasil yang sesuai dengan penelitian-penelitian terdahulu [1,7] yang menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi suatu larutan yang digunakan maka semakin tinggi pula persen ekstraksi yang didapatkan.

Sedangkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa *recovery* nikel tertinggi diperoleh pada konsentrasi larutan asam sulfat 5 M dengan persen ekstraksi mencapai 2,60%. Sementara pada konsentrasi 6 M diperoleh persen ekstraksi hanya sebesar 2,1%. Pada penelitian lain [8] disimpulkan bahwa nikel mengalami laju *recovery* paling cepat pada konsentrasi rendah. Hal ini disebabkan makin jenuhnya konsentrasi ion H^+ dan ion sulfat dalam larutan yang akan menutupi permukaan kristal hingga desorpsi produk dari permukaan padatan ke badan cairan terganggu dan menyebabkan penurunan jumlah ion Ni^{2+} yang berpindah ke badan cairan.



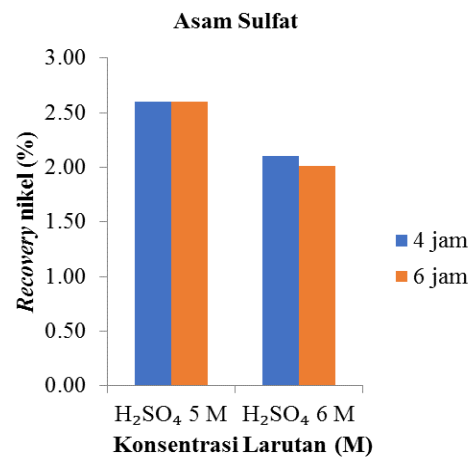
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi asam fosfat 5 M dan 6 M terhadap *recovery* nikel laterit

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi asam fosfat 5 M dan 6 M, ekstraksi nikel optimum didapatkan pada konsentrasi 5 M, yakni sebesar 2,59%, sedangkan pada konsentrasi larutan 6 M *recovery* nikel tertinggi yang didapatkan hanya mencapai 1,94%. Hal ini menunjukkan kecenderungan yang sama pada penggunaan asam sulfat yang menunjukkan *recovery* nikel optimum didapatkan pada konsentrasi larutan yang lebih rendah yaitu 5 M. *Recovery* nikel yang diperoleh dengan menggunakan asam fosfat pada penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian terdahulu [6] yang memperoleh *recovery* nikel sangat tinggi. Namun pada penelitian lainnya, semakin tinggi konsentrasi asam fosfat yang ditambahkan maka persen ekstraksi yang didapatkan semakin rendah [9]. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi asam fosfat menyebabkan proses asidifikasi tidak berjalan maksimal sehingga mengakibatkan nikel tidak dapat dipisahkan secara optimal [10-11].

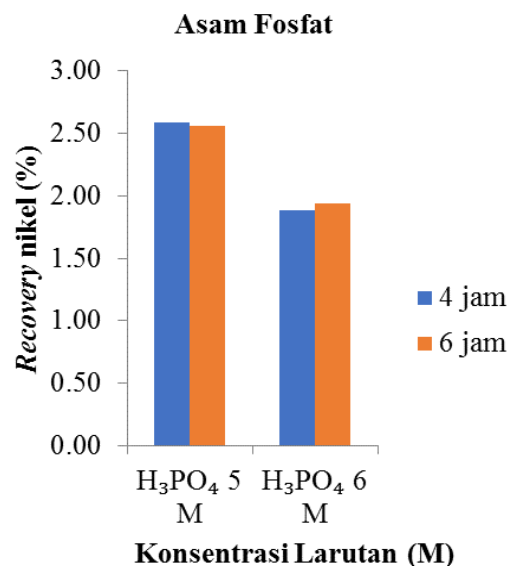
Pengaruh variasi waktu pelindian

Gambar 3 Menunjukkan bahwa persentase hasil pelindian menggunakan asam sulfat pada variasi waktu 4 jam dan 6 jam memperoleh hasil *recovery* nikel yang relatif sama yaitu mencapai 2,60% pada konsentrasi asam sulfat 5 M. Pada dasarnya, semakin

bertambahnya waktu operasi maka jumlah *recovery* yang diperoleh akan semakin tinggi. Pada penelitian ini tidak terjadi peningkatan *recovery* nikel yang signifikan walaupun waktu operasi bertambah. Hal ini kurang menunjukkan hasil yang sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh [12]. Namun pada penelitian yang dilakukan oleh [7] terlihat bahwa persentase perolehan kembali nikel dengan variasi waktu, tidak menunjukkan peningkatan *recovery* yang signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pelarutan geotit yang tidak sempurna sebagai penyebar Ni. Kemungkinan lainnya dapat disebabkan karena adanya pembentukan silika berbutir halus selama proses laterisasi atau pembentukan silika amorf selama proses pelindian.



Gambar 3. Pengaruh waktu pelindian terhadap *recovery* nikel laterit menggunakan asam sulfat 5 M dan 6 M



Gambar 4. Pengaruh waktu pelindian terhadap *recovery* nikel laterit menggunakan asam fosfat 5 M dan 6 M

Pada Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa *recovery* nikel mengalami penurunan dari waktu operasi 4 jam ke 6 jam pada asam fosfat 5 M. Sedangkan berdasarkan penelitian yang pernah dilaporkan [13-15] menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu semakin lama waktu operasi pelindian Ni dan Co persen ekstraksi yang didapatkan akan semakin meningkat. Sementara pada penelitian ini, di waktu operasi 6 jam persen ekstraksi nikel yang didapatkan mengalami penurunan. Hal ini diduga karena disebabkan oleh frekuensi tumbukan yang terjadi antarmolekul kurang maksimal.

KESIMPULAN

Pelindian nikel menggunakan asam sulfat dan asam fosfat telah berhasil dilakukan. Perolehan persen ekstraksi tertinggi pada konsentrasi larutan yang rendah yaitu asam sulfat 5 M sebesar 2,60% dan asam fosfat 5 M sebesar 2,59%. Asam sulfat (H_2SO_4) memiliki kemampuan yang lebih baik dari pada asam fosfat (H_3PO_4) dalam peningkatan persentase *recovery* nikel. Sedangkan, Waktu operasi pelindian nikel laterit yang paling berpengaruh pada kedua asam yang digunakan adalah 4 jam dimana persentase *recovery* nikel yang diperoleh sebesar 2,60%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mubarak, M. Z., & Fathoni, M. W. (2016). Studi Kinetika Pelindian Bijih Nikel Limonit Dari Pulau Halmahera Dalam Larutan Asam Nitrat [Kinetics Study of Nickel Limonite Ore Leaching from Halmahera Island in Nitric Acid Solution]. *Metalurgi*, 31(1), 59-68.
- [2] Mudd, G. M. (2009, August). Nickel sulfide versus laterite: the hard sustainability challenge remains. In *Proceedings of the 48th Conference of Metallurgists* (pp. 1-10).
- [3] Prasetyo, P. (2008). Pemanfaatan Potensi Bijih Nikel Indonesia Pada Saat Ini dan Masa Mendatang. *Metalurgi*, 23(1), 47-56.
- [4] Kyle, J. (2010). Nickel laterite processing technologies—where to next? Nickel/ Cobalt/ Copper Conference, 24 - Nickel Laterite Processing Technologies. 24–27.
- [5] Wanta, K. C., Tanujaya, F. H., Susanti, R. F., Petrus, H. T. B. M., Perdana, I., & Astuti, W. (2018). Studi kinetika proses atmospheric pressure acid leaching bijih laterit limonit menggunakan larutan asam nitrat konsentrasi rendah.
- [6] Li, G., Zhou, Q., Zhu, Z., Luo, J., Rao, M., Peng, Z., & Jiang, T. (2018). Selective leaching of nickel and cobalt from limonitic laterite using phosphoric acid: An alternative for value-added processing of laterite. *Journal of Cleaner Production*, 189, 620-626.
- [7] Lestari, M. R. (2018). *Perolehan Kembali Aluminium dari Lumpur PDAM dengan Elektrolisis menggunakan Membran Penukar Anion* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [8] Zuniga, M., & Asselin, E. (2009). Reduction of limonitic laterite in ammoniacal solutions using metallic iron. In *Hydrometallurgy of Nickel and Cobalt, (Proceedings Intl. Symposium, Sudbury, Canada)* (pp. 459-471). CIM Montreal.
- [9] Lestari, L., Arsa, M., & Suirta, I. W. Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat Dan Berat Semen Putih Sebagai Adsorben Dalam Pemurnian Crude Gliserol. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*.
- [10] Nugraheni, I. K., & Persada, A. A. B. (2017). The Influence of Bleaching Palm Oil Mill Effluent (POME) Using Activated Active Charcoal in Reducing Free Fatty Acid. In *Seminar Nasional Riset Terapan* (Vol. 2, pp. E18-E24).
- [11] Soetopo, R. S., Purwati, S., Setiawan, Y., Aini, M. N., Surahman, A., & Asthary, P. B. (2016). PELET PUPUK ORGANIK DARI RESIDU DIGESTASI ANAEROBIK LIMBAH LUMPUR PABRIK KERTAS (Organic Fertilizer Pellet from Anaerobic Digestion Residue of Paper Mill Sludge Waste). *Jurnal Selulosa*, 6(01).
- [12] Yuliusman, Y. (2016). Recovery Logam Nikel Dari Spent Katalis NiO/Al_2O_3 Dengan Teknologi Leaching Menggunakan Amonia-amonium Karbonat. *Jurnal Mipa*, 39(2), 143-149.
- [13] Agustina, H. S. E. A., Bendiyasa, I. M., Petrus, H. T. B. M., Mufakir, F. R., & Astuti, W. (2018, July). Pelindian Nikel dari Bijih Limonit Low-Grade Pomalaa Menggunakan Pelarut Asam Asetat. In *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan* (p. 8).
- [14] Fathoni, M. W., & Mubarak, M. Z. (2016). Studi Perilaku Pelindian Bijih Nikel Limonit dari Pulau Halmahera dalam Larutan Asam Nitrat [Study on the Leaching Behaviour of Limonite Nickel Ore From Halmahera Island in Nitric Acid Solution]. *Metalurgi*, 30(3), 115-124.
- [15] Majalis, A. N., Permatasari, N. V., Novitasari, Y., Wicaksono, N., Armin, D., & Pratiwi, R. Kajian Awal Produksi Fero Sulfat dari Slag Nikel Melalui Proses Pelindian Menggunakan Asam Sulfat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 31-38.