

STUDI PENGARUH SUHU TERHADAP KANDUNGAN NIKEL PADA PROSES REDUKSI BIJIH LATERIT ASAL MOROWALI

Flaviana Yohanala P.T.¹, Gyan Prameswara², Tri Gustiany Agus³, Rachma⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar
flaviana.yohanala@atim.ac.id¹

ABSTRAK

Nikel merupakan salah satu logam penting dalam industri. Cadangan bijih nikel Indonesia menempati posisi ke-4 di dunia, dengan jumlah 12% dari stok di dunia. Mulai 1 Januari 2020, Pemerintah Indonesia melarang ekspor nikel berkadar rendah. Oleh karena itu diperlukan proses pengolahan mineral yang efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu pada proses reduksi nikel dan mengetahui karakteristik hasil proses reduksi pada bijih nikel laterit dari Morowali. Penelitian ini diawali dengan melakukan preparasi terhadap bijih nikel meliputi pengecilan ukuran dan homogenisasi ukuran, kemudian dilakukan proses reduksi, terakhir dilakukan karakterisasi untuk mengetahui kandungan dan struktur bijih nikel laterit hasil kalsinasi. Proses reduksi dilakukan dengan furnace, dimana batubara ditambahkan sebagai agen reduktor. Proses reduksi dilakukan di dalam furnace selama 120 menit dengan menggunakan variasi suhu 800°C, 900°C, dan 1000°C. Berdasarkan penelitian didapatkan kondisi optimum proses reduksi bijih laterit dengan menggunakan batubara dicapai pada suhu 1000°C, dimana terjadi peningkatan kandungan nikel dari 1,9% menjadi 2,22%. Sedangkan hasil karakterisasi dengan XRD menunjukkan fase dominan pada bijih laterit setelah reduksi adalah pyroxene dan olivine yang harus dipisahkan terlebih dahulu untuk mendapatkan kandungan nikel yang lebih tinggi. Metode hidrometalurgi merupakan teknik yang paling sesuai untuk digunakan dalam proses pengkayaan kandungan nikel.

Kata kunci: Reduksi, batubara, nikel, pemurnian.

ABSTRACT

Nickel is one of the important metals in industry. Indonesia's nickel ore reserves occupy the 4th position in the world, accounting for 12% of the world's stock. Starting January 1, 2020, the Indonesian government has banned the export of low grade nickel. Therefore, an efficient mineral processing process is needed. This research is intended as a preliminary study in the smelting process of laterite nickel ore. The purpose of this study was to determine the characteristics of the reduction process in laterite nickel ore from Morowali. This research begins with the preparation of nickel ore including size reduction and size homogenization, then a reduction process is carried out, and finally characterization is carried out to determine the content and structure of the calcined laterite nickel ore. The reduction process is carried out in an electric furnace, where coal is added as a reducing agent. The reduction process was carried out in the furnace for 120 minutes using temperature variations of 800°C, 900°C, and 1000°C. Based on the research conducted, it was found that the optimum condition for the reduction of laterite ore using coal was achieved at a temperature of 1000°C, where there was an increase in nickel content from 1.9% to 2.22%. While the results of characterization using XRD show that the dominant phase in laterite ore after reduction is pyroxene and olivine which must be separated first to obtain a higher nickel content. The hydrometallurgical method is the most suitable technique for use in the nickel enrichment process.

Keywords: Laterite, reduction, coal, nickel, enrichment.

PENDAHULUAN

Nikel merupakan mineral yang dapat diperoleh melalui proses geologis di alam. Di Indonesia, bijih nikel merupakan salah satu sumber daya mineral yang melimpah. Menurut Ashok (2004) cadangan bijih nikel Indonesia menempati posisi ke-4 di

dunia, dengan jumlah 12% dari stok di dunia. Cadangan bijih nikel yang besar ini, tersebar di Pulau Sulawesi, Maluku, dan pulau-pulau kecil di sekitarnya. Mulai 1 Januari 2020, Pemerintah Indonesia telah melarang ekspor nikel berkadar rendah. Ketentuan ini tertuang dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber daya Mineral Nomor 11 Tahun 2019. Berdasarkan aturan baru ini, nikel berkadar kurang dari 1,7 persen dilarang untuk diekspor ke luar negeri. Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperlukan sebuah proses pengolahan mineral yang efisien dalam pemurnian nikel dari bijih nikel laterit.

Bijih nikel laterit ini digolongkan menjadi dua jenis, yaitu saprolit yang berkadar nikel tinggi dan limonit yang berkadar nikel rendah. Kedua nikel ini berada pada kedalaman yang berbeda. Bijih limonit terdapat dalam lapisan yang lebih dalam. Perbedaan utama dari 2 jenis bijih ini adalah kandungan Fe (besi) dan Mg (magnesium). Bijih jenis saprolit mempunyai kandungan besi rendah dan magnesium serta silikat yang tinggi, sedangkan limonit adalah sebaliknya. Kadar nikel dalam jenis saprolit lebih tinggi dibanding bijih nikel jenis limonit. Kadar Nikel dalam bijih saprolit berkisar antara 1,6% - 2,5%. Sedangkan kadar nikel dalam bijih limonit lebih rendah, yaitu berkisar antara 1% - 1,6% (Prasetyo dkk., 2016).

Sama seperti mineral pada umumnya, jenis bijih nikel sendiri menentukan metode pemurnian nikel. Menurut Prasetyo, P. (2008) untuk bijih limonit, nikel terutama terjadi dari goethite dan bijihnya biasanya diperlakukan dengan teknik hidrometalurgi. Nikel pada bijih saprolit berasal dari Silikat Mg seperti garniete dan chlorite. Dalam batuan ultramafic, kandungan nikel dari Olivine <3%, sumber nikel asli dalam laterit biasanya <0,3% Ni. Kebanyakan bijih saprolit diproses oleh metode pirometalurgi.

Studi untuk mengetahui karakteristik hasil kalsinasi bijih nikel laterit dari Morowali sangat diperlukan. Penelitian ini dimaksudkan sebagai studi awal dalam proses smelting bijih nikel laterit. Dalam proses smelting, reduksi ore nikel merupakan salah satu proses yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan nikel. Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Prasetyo, dkk (2016) dan Devalini (2018) menunjukkan bahwa reduksi pada suhu tinggi dengan variasi 600 – 1000°C dapat meningkatkan kandungan nikel dalam ore jenis saprolit dan limonit. Karakteristik bijih nikel akan mempengaruhi proses pemurnian (concentration) yang sesuai sebagai proses selanjutnya..

METODE PENELITIAN

Proses Persiapan

Penelitian ini dilakukan mengikuti alur dasar pengolahan mineral tahap awal. Pertama, bijih nikel laterit diayak menggunakan siever kasar dan siever halus pada rentang ukuran aperture 6300-180 μm . Berikutnya dilakukan proses ball milling atau proses kominusi untuk dapat memecah bijih dan membebaskan mineral yang terkandung di dalamnya. Kemudian kembali dilakukan pengayakan dengan rentang ukuran yang sama. Partikel yang lolos ayak (<180 μm) diambil untuk kemudian dikalsinasi.

Proses Reduksi

Proses reduksi dilakukan dengan kalsinasi menggunakan furnace. Batubara ditambahkan ke dalam bijih laterit sebagai agen reduktor. Proses reduksi dilakukan di dalam furnace selama 120 menit dengan menggunakan variasi suhu 800°C, 900°C, dan 1000°C.

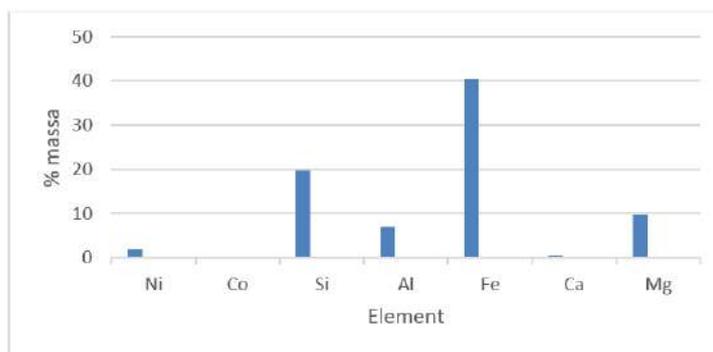
Karakterisasi Mineral

Untuk mengetahui sifat dan keunikan dari sampel laterite ini maka dilakukanlah beberapa proses karakterisasi. Karakterisasi mineral dilakukan dengan analisis untuk mengetahui jumlah dan jenis mineral yang terdapat pada sampel dan juga untuk mengetahui kadar masing-masing elemen. Analisis kandungan mineral dilakukan menggunakan X-Ray Diffraction SmartLab dengan radiasi $\text{CuK}\alpha$ pada rentang 2θ dari 3-90° dan analisis kadar elemen di dalam sampel menggunakan X-Ray Fluorescence Rigaku Primini Benchtop dengan waktu scan 5 menit per sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengolah sampel laterit yang berasal dari Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah. Sebelum diolah sampel bijih laterit harus dipreparasi terlebih dahulu. Sampel digrinding dengan menggunakan ball mill untuk dapat memecah bijih. Menurut Metso (2015) proses grinding ini bertujuan untuk membebaskan mineral yang diinginkan dari dalam ore serta untuk meningkatkan luas permukaan sehingga proses pengkayaan selanjutnya dapat berjalan dengan lebih optimal. Ukuran partikel yang digunakan untuk proses reduksi adalah partikel dengan ukuran *under* 180 μm . Sebelum direduksi sampel bijih laterit dikarakterisasi dengan XRF untuk mengetahui kandungan mineral di dalamnya. Hasil XRF yang tersaji pada Gambar 1 menunjukkan bahwa unsur yang paling dominan terkandung pada bijih laterit adalah besi (Fe) sebanyak 40,57%, sedangkan nikel sendiri hanya terdapat 1,9% dari total sampel. Berdasarkan karakterisasi menggunakan XRF ini terlihat bahwa bijih laterit asal Morowali ini dapat digolongkan ke dalam bijih limonit, dimana terdapat kandungan

besi yang dominan. Dengan adanya proses reduksi diharapkan kandungan nikel dapat meningkat.



Gambar 1. Hasil XRF bijih laterit sebelum reduksi

Reduksi selektif dilakukan menggunakan furnace. Proses reduksi dilakukan untuk dapat memisahkan feronikel dengan pengotor yang tidak diinginkan (Devalini, 2018). Reduksi sampel dilakukan pada suhu 800°C, 900°C, dan 1000°C selama 120 menit. Batubara ditambahkan sebagai reduktor, dimana diharapkan pada saat reduksi terjadi di dalam furnace terbentuk reaksi $\text{NiO} + \text{CO} \rightarrow \text{Ni} + \text{CO}_2$.

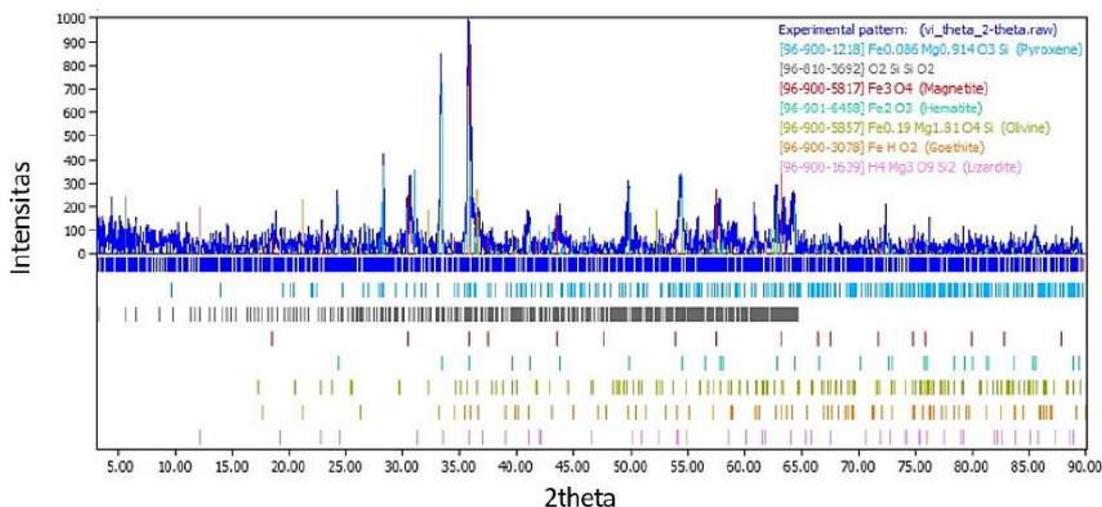
Karakterisasi bijih laterit setelah proses reduksi dilakukan dengan XRF dan XRD. Hasil XRF yang ditunjukkan pada Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan kandungan nikel setelah adanya proses reduksi. Penggunaan suhu furnace yang semakin tinggi menghasilkan kadar nikel yang lebih tinggi pula. Suhu optimal pada penelitian ini adalah 1000°C dimana kandungan nikel yang didapat adalah 2,22%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dkk (2016) dimana semakin tinggi temperatur kalsinasi akan menghasilkan intensitas metalisasi yang semakin tinggi pula. Suhu kalsinasi yang tinggi akan membantu ore untuk mengalami dekomposisi sehingga logam nikel akan terlepas dari pengotor-pengotornya. Dekomposisi ore nikel menurut Tyroler dan Landolt (1998) dalam buku "Extractive Metallurgy of Nickel and Cobalt" adalah sebagai berikut $\text{Ni}_3\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8(\text{s}) + \text{Heat} \rightarrow 3\text{NiO}(\text{s}) + 4\text{SiO}_2(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$.



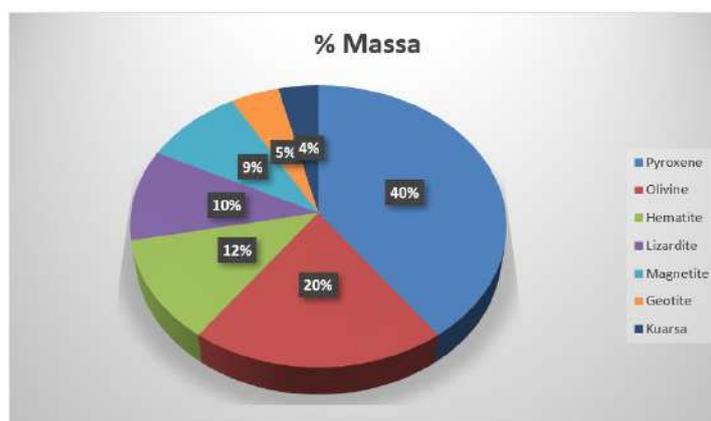
Gambar 2. Pengaruh suhu reduksi terhadap kandungan nikel

Hasil karakterisasi menggunakan XRF menunjukkan logam Fe merupakan unsur yang paling dominan pada bijih laterit. Untuk dapat mengkonfirmasi hal tersebut, maka sampel yang telah direduksi kemudian dianalisa menggunakan XRD. Hasil karakterisasi dengan XRD bijih laterit setelah dilakukan reduksi disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil perbandingan pola XRD sampel dengan pola referensi didapatkan kadar masing-masing mineral sebagaimana disajikan pada Gambar 4. Fase yang paling dominan terdapat pada kedua sampel yaitu Pyroxene dan Olivine. Pyroxene merupakan sekelompok besar mineral insilikat (rantai silikat) yang berikatan dengan kalsium, sodium, besi, magnesium, kromium, alumunium, dll. Sedangkan Olivine merupakan mineral magnesium besi silikat dengan rumus umum $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ yang banyak ditemukan di bawah permukaan bumi. Pyroxene dan Olivine merupakan salah satu bentuk pengotor yang harus dipisahkan terlebih dahulu pada saat proses pengkayaan. Berdasarkan teori yang telah dikemukakan oleh Prasetyo (2008), maka kandungan nikel untuk bijih laterit jenis limonit sebagian besar berasal dari fase Geotite dan proses hidrometalurgi merupakan teknik yang paling sesuai untuk pengkayaan. Oleh karena itu metode leaching dapat dijadikan opsi untuk memisahkan nikel dari pengotor-pengotornya.



Gambar 3. Hasil XRD bijih laterit setelah reduksi



Gambar 4. Komposisi mineral pada bijih laterit setelah proses reduksi

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum proses reduksi bijih laterit dengan menggunakan batubara dicapai pada suhu 1000°C selama 120 menit. Pada kondisi ini kandungan nikel pada sampel meningkat dari 1,9% menjadi 2,22%. Sedangkan hasil karakterisasi dengan XRD menunjukkan fase dominan pada bijih laterit setelah reduksi adalah pyroxene dan olivine yang harus dipisahkan terlebih dahulu untuk mendapatkan kandungan nikel yang lebih tinggi. Metode hidrometalurgi merupakan teknik yang paling sesuai untuk digunakan dalam proses pengkayaan kandungan nikel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Laboratorium Pengujian Material Program Studi Teknik Mesin Industri Agro Politeknik ATI Makassar yang telah memberikan ijin pemakaian alat *furnace*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashok, D. D. W. G. (2004). *The Past and The Future of Nickel Laterites*. TradeShow & Investors Exchange March, 710.
- [2] Alimin, Maryono, dan Putri, S.E. (2016). Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai Losari Kota Makassar Menggunakan XRF dan XRD. *Chemica : Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*. Vol. 17, No.2.
- [3] Conforty, X. M. dan Jati, S.N. (2019). Inventarisasi Sumberdaya Alam Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Published December 2019. DOI:10.13140/RG.2.2.29661.15844.
- [4] Devalini, P.M. (2018). Reduksi Langsung Bijih Nikel Laterit Limonitik dengan Variasi Massa Inner Coal dan Outer Coal Menggunakan Reaktor Bed Batu Bara Dolomit. Departemen Teknik Material. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [5] Fan, R., & Gerson, A. R. (2013). Mineralogical characterisation of Indonesian laterites prior to and post atmospheric leaching. *Hydrometallurgy*, 134–135, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2013.02.004>
- [6] Fuerstenau, M. C., & Han, K. N. (2009). *Principles of Mineral Processing. In Mineral Beneficiation (1st ed.)*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- [7] Hammond, C.R., & Lide, C.R. (2018). “*The Elements*” dalam *Rumble, John R. CRC handbook of Chemistry and Physics (99th ed.)*. Boca Raton, FL : CRC Press, Hlm. 4.22.
- [8] Metso. (2015). *Basics in Mineral Processing (10th ed.)*. Metso Corporation.
- [9] Prasetyo, A.B., Setiawan, I., dan Meyta. (2016). Analisis XRD dan SEM terhadap Hasil Kalsinasi pada Bijih Nikel Laterit Jenis Saprolit.
- [10] Prasetyo, P. (2008). Pemanfaatan Potensi Bijih Nikel Indonesia pada Saat Ini dan Masa Mendatang. *Metalurgi* : Vol. 23, No.1.
- [11] Supriyatna, Y. I., Sihotang, I. H., & Sudibyo. (2018). *Preliminary Study of Smelting of Indonesian Nickel Laterite Ore using an Electric Arc Furnace*. *Materials Today: Proceedings (13)* Hlm. 127–131.
- [12] Tyroler, G.P, dan Landolt, C.A. (1998). *Extractive Metallurgy of Nickel and Cobalt*. New York: The Metallurgical Society.