

PERILAKU PELARUTAN LOGAM NIKEL DAN BESI DARI BIJIH NIKEL KADAR RENDAH SULAWESI TENGGARA

Solihin^{1,*} dan F. Firdiyono²

¹Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI

Komplek LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung

²Pusat Penelitian Metalurgi dan Material-LIPI

Gedung 470, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan

E-mail: *solihin@lipi.go.id

Masuk tanggal : 16-06-2014, revisi tanggal : 04-07-2014, diterima untuk diterbitkan tanggal : 18-07-2014

Intisari

PERILAKU PELARUTAN LOGAM NIKEL DAN BESI DARI BIJIH NIKEL KADAR RENDAH SULAWESI TENGGARA. Indonesia memiliki cadangan bijih nikel laterit kadar rendah yang besar tetapi belum ada proses pengolahan yang khusus hanya menggunakan bahan baku bijih nikel kadar ini. Kebutuhan logam nikel yang diperkirakan akan meningkat di masa depan mendorong dilakukannya usaha penelitian pengolahan bijih nikel kadar rendah ini. Salah satu cara pengolahan yang dapat dilakukan adalah pengolahan pada jalur proses hidrometalurgi. Tahap yang penting pada jalur proses ini adalah pelarutan bijih. Dalam tahapan *leaching*, besi dan nikel diekstrak dari bijihnya melalui pelarutan di dalam media asam. Variabel yang dikaji dalam penelitian ini adalah karakteristik bijih, konsentrasi asam dan temperatur proses. Umpan bijih yang lebih kompleks akan menurunkan persen ekstraksi karena memerlukan konsumsi asam yang lebih tinggi. Kenaikan konsentrasi asam meningkatkan persen ekstraksi melalui peningkatan arah reaksi menuju reaksi pelarutan, sementara kenaikan temperatur meningkatkan persen ekstraksi melalui peningkatan koefisien reaksi kimia dan difusi. Pada konsentrasi asam sulfat 30 % dan temperatur proses 90 °C persen ekstraksi besi dan nikel masing-masing adalah sekitar 100 dan 82 %.

Kata kunci : Nikel, Laterite, Leaching, Hidrometalurgi

Abstract

DISSOLUTION BEHAVIOR OF NICKEL AND IRON METAL FROM LOW GRADE NICKEL ORE FROM SOUTH EAST OF SULAWESI. Indonesia has large amount of low grade nickel laterite ore deposit that has not been processed. Nickel demand is predicted to increase in the future. This leads to the need of research regarding nickel ore processing. One of the processing routes can be used to treat nickel ore is hydrometallurgical process. The most important part in hydrometallurgical process is ore leaching. In leaching stage, iron and nickel is extracted from the ore through dissolution in acid media. The important variables in nickel and iron dissolution are ore characteristic, concentration of acid, and dissolution temperature. The ore with more complex mineral composition will have lower extraction percentage due to the higher consumption of acid. The increasing of acid concentration leads to the increasing of extraction percentage, which is the result of the increasing of chemical reaction towards reaction product formation. On the other hand, the increasing of temperature also leads to the increasing of extraction percentage, which is caused by the increasing of chemical and diffusion reaction coefficient. At concentration of acid 30% and process temperature 90 °C, the extraction percentage of iron and nickel are 100 and 82 %, respectively.

Keywords : Nickel, Laterite, Leaching, Hydrometallurgy

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang memiliki cadangan nikel terbesar di dunia. Cadangan Sekitar 12 % cadangan nikel dunia terdapat di Indonesia dalam bentuk bijih nikel laterit^[1]. Endapan

bijih nikel banyak terdapat di Indonesia bagian Timur sekitar Pulau Sulawesi, Pulau Maluku, dan sebagian Pulau Papua^[2]. Bijih nikel memainkan peran strategis dalam menentukan suplay logam nikel dunia. Logam nikel merupakan unsur yang banyak dipergunakan dalam berbagai

aplikasi dalam dunia modern, diantaranya adalah sebagai unsur pepadu dalam baja tahan karat, baja paduan lain, paduan non-ferro, elektroplating, dan baterai. Sebagian besar produksi nikel dunia terserap oleh industri baja tahan karat (65%) dan paduan non-ferro (12,5%)^[3]. 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. International Stainless Steel Forum (ISSF) memperkirakan bahwa kebutuhan nikel yang diperlukan sebagai bahan baku baja tahan karat diperkirakan akan meningkat dari sekitar 30 juta ton pada tahun 2012 menjadi 45 juta ton pada tahun 2020^[4]. Beberapa cadangan bijih nikel dengan kadar yang tinggi sudah dieksploitasi dan diproses melalui jalur proses temperatur tinggi (pirometalurgi) untuk menghasilkan ferronikel ataupun nikel matte. Sedangkan bijih nikel kadar rendah belum diproses sebagai bahan baku bijih tunggal melalui jalur tersebut karena dianggap tidak ekonomis. Pengolahan bijih kadar rendah melalui proses temperatur tinggi hanya akan menghasilkan low grade NPI yang memiliki nilai jual rendah. Peningkatan grade NPI hanya bisa dilakukan dengan cara memasukkan bahan baku campuran bijih kadar rendah dan kadar tinggi sehingga diperoleh high grade NPI. Alternatif proses untuk bijih nikel kadar rendah adalah jalur proses temperatur rendah (hidrometalurgi). Jalur proses ini belum dilakukan di Indonesia. Salah satu tahapan yang penting dalam jalur proses hidrometalurgi adalah proses pelarutan. Oleh karena itu, dalam tulisan ini akan dibahas perilaku proses pelarutan dalam mengekstrak logam nikel dan besi dari bijihnya.

PROSEDUR PERCOBAAN

Bijih nikel didatangkan dari areal penambangan Aneka Tambang Tbk. Pomalaa, Sulawesi Tenggara. Hasil analisa X-Ray Fluorescence (XRF) menunjukkan bahwa bijih tersebut mengandung 1,3 %

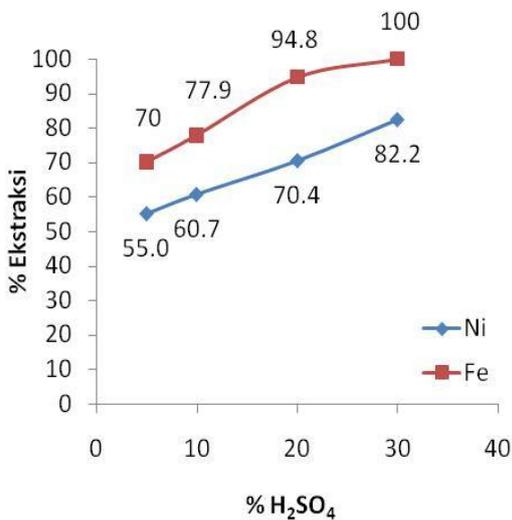
logam nikel, 30 % logam besi, 12,6 % logam magnesium, 1,3 % logam kromium, 0,33 % logam mangan, dan sisanya adalah unsur-unsur lain yang rata-rata memiliki kadar masing-masing di bawah 0,1 %. Media pelarutan, yakni asam sulfat, didapatkan dari Merck. Proses leaching dilakukan dalam media gelas. 10 gram bijih nikel kadar rendah dilarutkan ke dalam 200 ml larutan asam pada konsentrasi dan temperatur tertentu. Pulp hasil proses leaching disaring melalui kertas filter untuk memisahkan filtrate dari residunya. Filtrat kemudian dianalisa menggunakan AAS (*atomic absorption spectrometry*) sedangkan terhadap fasa padatan dilakukan analisa XRD (*X-ray diffraction*) dan SEM (*scanning electron microscopy*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

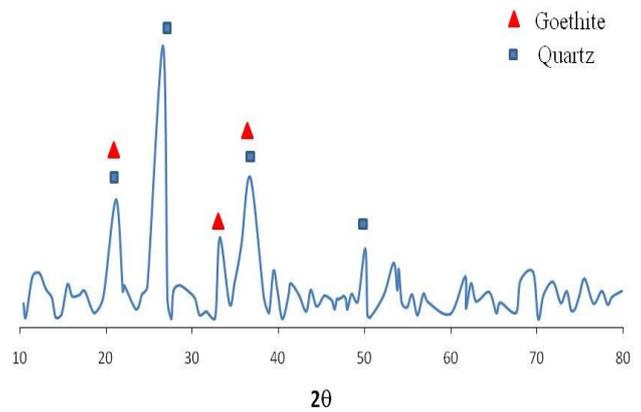
Gambar 1 menunjukkan pengaruh konsentrasi asam terhadap persen ekstraksi nikel dan besi. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pelarutan besi dan nikel sangat dipengaruhi oleh konsentrasi asam. Pada konsentrasi asam rendah (5% asam sulfat) persen ekstraksi nikel dan besi sangat rendah, masing-masing hanya sekitar 55 % dan 70 %. Persen ekstraksi nikel dan besi meningkat setelah konsentrasi asam ditingkatkan. Pada konsentrasi asam pekat (sekitar 30 %) persen ekstraksi besi dan nikel meningkat drastis menjadi masing-masing 100 % dan 82 %. Kenaikan persen ekstraksi besi dan nikel ini sesuai dengan azas Le Chatelier dimana penambahan reaktan akan menggeser reaksi ke arah pembentukan produk yang semakin progresif. Selain itu, di dalam bijih nikel terdapat juga magnesium, mangan dan silikat yang juga banyak mengkonsumsi asam.

Kecenderungan peningkatan persen ekstraksi yang mengiringi peningkatan konsentrasi asam ini mirip juga berlaku di tempat lain yang menggunakan bijih laterit berbeda. Dilaporkan bahwa persen ekstraksi besi dan nikel hasil leaching bijih laterit dari daerah Turki meningkat seiring

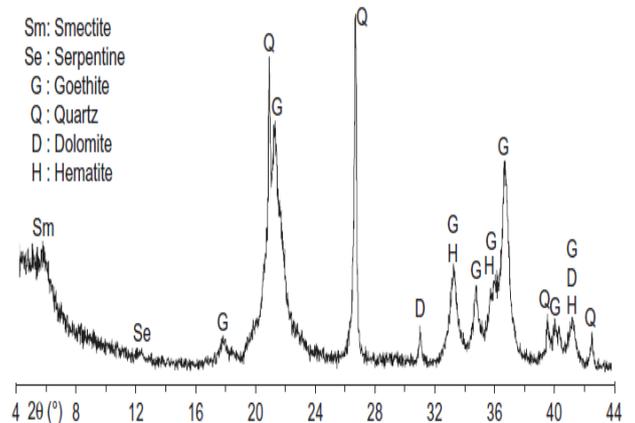
dengan meningkatnya konsentrasi asam^[5]. Perbedaannya hanya pada konsentrasi nilai pasangan konsentrasi asam dan persen ekstraksi yang berbeda. Bijih Turki memerlukan konsentrasi asam yang lebih tinggi, yakni 60 %, untuk dapat melarutkan nikel sampai lebih dari 90%. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh perbedaan komposisi mineral dari masing-masing bijih tersebut. Sampel bijih dari Sulawesi Tenggara terdiri dari mineral kwarsa (SiO₂) dan goethite (FeOOH) (Gambar 2), sedangkan sampel bijih dari Turki selain kwarsa dan goethite juga terdiri dari smectite dan serpentine (Gambar 3). Unsur besi yang berada dalam goethite lebih mudah untuk dilarutkan karena hanya memerlukan pemutusan rantai senyawa –OOH, sedangkan besi yang terdapat dalam smectite atau serpentine memerlukan pemutusan senyawa hidroksida-silikat sehingga memerlukan konsentrasi asam yang lebih tinggi.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi asam terhadap persen ekstraksi nikel dan besi pada proses leaching bijih nikel kadar rendah Sulawesi

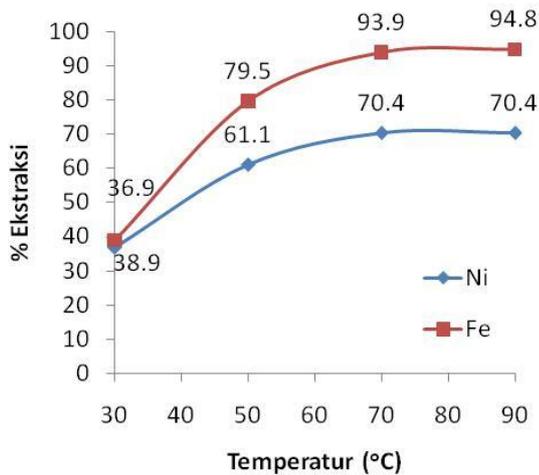


Gambar 2. Profil XRD dari sampel bijih nikel kadar rendah dari Sulawesi Tenggara

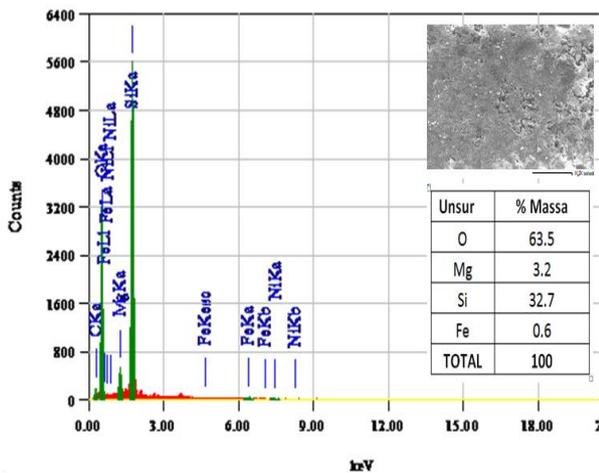


Gambar 3. Profil XRD dari sampel bijih nikel kadar rendah Turki^[5]

Selain konsentrasi larutan, persen ekstraksi nikel dan besi juga sangat dipengaruhi oleh temperatur. Gambar 4 menunjukkan persen ekstraksi nikel dan besi pada rentang temperatur 30 sampai dengan 90 °C. Pada temperatur rendah, persen ekstraksi nikel dan besi sangat rendah, yakni sekitar 36 %, sedangkan pada temperatur tinggi persen ekstraksi meningkat drastis. Persen ekstraksi tertinggi, yakni sekitar 94 % untuk besi dan 70 % untuk nikel, didapatkan pada temperatur 90 °C.



Gambar 4. Pengaruh temperatur proses terhadap persen ekstraksi nikel dan besi



Gambar 5. Hasil pengamatan morfologi dan pengujian komposisi residu melalui SEM-EDS

Secara umum, laju suatu reaksi kimia akan bertambah jika terjadi kenaikan temperatur [6]. Oleh karena itu, penyebab kenaikan persen ekstraksi nikel dan besi pada temperatur tinggi adalah adanya kenaikan laju reaksi pelarutan logam-logam tersebut dari bijih laterit. Pendekatan yang dilakukan untuk memprediksi pelarutan nikel dan besi dari bijihnya adalah dengan pendekatan reaksi heterogen karena reaksi yang terjadi adalah reaksi antar dua fasa yang berbeda. Mekanisme reaksi heterogen terdiri dari tiga tahapan yakni : difusi reaktan menuju antar muka mineral-larutan, reaksi pelarutan, dan difusi ion logam menuju larutan. Kenaikan temperatur dalam suatu

reaksi heterogen akan menyebabkan koefisien difusi naik secara linier dan koefisien reaksi kimia naik secara eksponensial [7]. Hal ini juga berlaku pada pelarutan bijih nikel dimana ditemukan kenaikan laju pelarutan besi dan nikel yang cukup signifikan pada temperatur tinggi. Nikel dan besi dapat dilarutkan secara signifikan pada konsentrasi dan temperatur yang agak tinggi. Dalam pelarutan bijih nikel dalam media asam dengan konsentrasi asam sekitar 30 % dan temperatur proses 90 °C, hampir 100 % besi dan 82 % nikel dapat dilarutkan dari bijihnya. Data persen ekstraksi nikel ini didukung oleh data analisa SEM dari residu proses pelarutan (Gambar 5) dimana terlihat bahwa kadar unsur besi dalam residu di bawah 1 %. Unsur yang dominan di dalam residu adalah silikon dan oksigen. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa atau mineral yang tersisa dalam residu silikon dioksida. Sementara itu variabel lain yang berpengaruh dalam reaksi heterogen seperti kecepatan pengadukan tidak dipelajari lebih jauh karena variabel tersebut memiliki kompleksitas tinggi disebabkan adanya kaitan dengan faktor lain seperti konsentrasi padatan, berat jenis bijih, serta ukuran dan bentuk pengaduk.

KESIMPULAN

Bijih nikel kadar rendah memiliki kadar nikel di bawah 1,6 % dengan kadar besi yang bisa mencapai 30 %. Besi dan nikel dari bijih nikel kadar rendah dapat diekstrak melalui jalur proses hidrometalurgi. Variabel yang diamati dan berpengaruh dalam pelarutan bijih nikel adalah jenis bijih, konsentrasi asam dan temperatur. Jenis bijih menentukan konsumsi asam pelarut, sementara kenaikan konsentrasi asam dan temperatur proses meningkatkan persen ekstraksi nikel dan besi secara signifikan. Pada konsentrasi asam sulfat 30 % dan temperature proses 90 °C didapatkan persen ekstraksi nikel dan besi masing-masing 82 dan 100 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Xinfang J. 2008., „Ferro-nickel / NPI Production from Laterite Nickel Ore in China”. Tsing Shan Company, Beijing.
- [2] Prasetyo P. 2008., „Pemanfaatan Potensi Bijih Nikel Indonesia Pada Saat Ini dan Masa Mendatang”. *Metalurgi* 23:1 pp. 47-56.
- [3] Barkas J. 2011., „Nickel and Stainless Steel: Prospects and Challenges”. *SBB World Steel Raw Materials Conference*, Bali.
- [4] Antoine Dusart, et al., 2011., „*Final Report ISSF Workshop*”. Université Paris.
- [5] Girgin I, Obut A, Üçyıldız A., 2011., „Dissolution Behavior of A Turkish Lateritic Nickel Ore”. *Minerals Engineering* 24, pp. 603–609.
- [6] Denisov ET, Sarkisov OM, Likhteshtein GI. 2011. „Chemical Kinetics : Fundamentals and New Development”. *Elsevier Science*.
- [7] Solihin, 1999., „Studi Kinetika Pelarut Perak dalam Larutan Thiosulfat dengan Metode Piringan Berputar”. *Jurnal Metalurgi*.

