

PENINGKATAN KADAR NIKEL LIMONIT DENGAN REDUKSI SELEKTIF MENGGUNAKAN ZAT ADITIF CaSO_4 DAN PEMISAHAN MAGNETIK KABUPATEN KONAWE SUTARA SULAWESI TENGGARA

Lucardo Stanly
stanlylucardo@gmail.com
Universitas Trisakti

ABSTRAK

Dalam proses roasting dengan reduksi selektif, sejumlah reduktor dan aditif ditambahkan ke bijih nikel laterit untuk mengurangi reduksi besi oksida menjadi logam besi yang akan menghasilkan konsentrat feronikel yang lebih kaya akan nikel. Preparasi bijih nikel limonit dilakukan dengan memanaskan bijih dalam oven, mengecilkannya, dan mengayakannya untuk mendapatkan bijih dengan ukuran lolos 120 mesh dan tertahan 140 mesh. Proses reduksi selektif dilakukan pada suhu 800–1100°C, dengan waktu reduksi sekitar 1–2 jam. Setelah itu, bijih nikel limonit dicampur dengan reduktor dan aditif. Campuran kemudian direduksi dalam muffle furnace pada suhu dan waktu tertentu. Setelah itu, hasil reduksi ditimbang, dan hasilnya dianalisis dengan XRD (X-ray diffraction). Selanjutnya, hasilnya dikonsentrasikan melalui proses pemisahan magnetik kering, dan hasilnya dianalisis dengan XRF (X-ray fluorescence) untuk mengetahui kadar Ni pada konsentrat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif eksperimental. Dalam penelitian ini menggunakan reduktor berupa Batubara dan zat aditif senyawa Kalsium sulfat (CaSO_4) dengan variasi temperature muffle furnace yaitu 875, 975, dan 1075°C. Percobaan dilakukan pada sampel bijih, ukuran reduktor, aditif pada ukuran -120+140 mesh yang kemudian dicampurkan sebanyak 200 gram dengan komposisi 70% bijih nikel limonit 10%;15%;20% reduktor 10%;15%;20% aditif, reduksi dilakukan selama 120 menit.

Kata kunci: Nikel limonit, roasting, reduksi selektif, CaSO_4 .

ABSTRACT

In the selective reduction roasting process, a number of reducing agents and additives are added to laterite nickel ore to reduce the reduction of iron oxide to ferrous metal which will produce a ferronickel concentrate that is richer in nickel. Limonite nickel ore preparation is carried out by heating the ore in an oven, reducing it, and sieving it to obtain ore with a passing size of 120 mesh and a retained size of 140 mesh. The selective reduction process is carried out at a temperature of 800–1100 °C, with a reduction time of around 1–2 hours. After that, limonite nickel ore is mixed with reducing agents and additives. The mixture is then reduced in a muffle furnace at a certain temperature and time. After that, the reduction results are weighed, and the results are analyzed using XRD (X-ray diffraction). Next, the results were concentrated through a dry magnetic separation process, and the results were analyzed using XRF (X-ray fluorescence) to determine the Ni content in the concentrate. The method used in this study is a quantitative experimental method. In this study, using a reducing agent in the form of coal and calcium sulfate (CaSO_4) additives with variations in muffle furnace temperature, namely 875, 975, and 1075°C. The experiment was carried out on ore samples, reducing agent size, additive size -120+140 mesh which was then mixed with 200 grams of the composition of 70% limonite nickel ore 10%;15%;20% reducing agent 10%;15%;20% additive, reduction was carried out for 120 minutes.

Keywords: Nickel limonite, roasting, selective reduction, CaSO_4 .

PENDAHULUAN

Nikel adalah mineral tambang yang sangat berharga yang memiliki nilai penjualan global yang tinggi. Ini karena nikel memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia saat ini sebagai bahan baku untuk baterai yang digunakan dalam mobil listrik. Selain itu, nikel

dapat digunakan dalam pembuatan logam tahan karat, beberapa campuran untuk membuat logam tahan karat, baterai nikel-metal hybrid, dan berbagai produk lainnya. Nikel berasal dari batuan laterit dan batuan sulfida. Laterit menempati 70% cadangan nikel dunia. Dengan meningkatnya permintaan nikel dan tipisnya cadangan batuan sulfida, industri harus mempertimbangkan batuan laterit sebagai sumber utama nikel di masa depan. Hal ini karena batuan laterit memiliki kadar nikel yang sangat rendah, sehingga diperlukan metode untuk meningkatkan kadar nikel. Nikel laterit memiliki kadar sangat rendah, yakni sekitar 0.5-1.0 %. Oleh karena itu, perlakuan khusus diperlukan untuk meningkatkan kadar nikel dalam batuan laterit. Pengolahan nikel dapat menggunakan dua teknik yakni proses hidrometalurgi dan proses pirometalurgi. Proses pemurnian logam yang dikenal sebagai hidrometalurgi melibatkan penggunaan larutan kimia untuk melarutkan bahan logam, meningkatkan kemurnian logam nikel. Sedangkan pirometalurgi adalah proses peleburan logam dengan menggunakan furnes yang berbahan bakar batubara dan memerlukan temperatur yang sangat tinggi. Kekurangan dari proses pirometalurgi adalah proses pemanasannya yang menggunakan temperatur tinggi menghasilkan emisi gas yang berbahaya bagi kualitas udara dan sangat memungkinkan untuk mencemari lingkungan. Sedangkan hidrometalurgi adalah metode yang ramah lingkungan dan baik karena dapat menghasilkan nikel dengan kadar kemurnian yang sangat tinggi, selanjutnya larutan dapat diregenarasi dan difungsikan kembali serta dapat mengurangi biaya pada produksinya. Dalam penelitian ini, nikel laterit jenis limonit dari Kelurahan Lameruru, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara yang belum diolah digunakan dan diproses menggunakan reduksi selektif dengan reduktor batubara dan aditif CaSO_4 , diikuti dengan pemisahan magnetik kering. Selama proses reduksi selektif, struktur kristal besi, yang merupakan komponen magnetik, diubah menjadi komponen nonmagnetik. Proses ini juga mengubah komponen magnetik lain yang ada pada bijih laterit, meningkatkan selektivitas nikel. Proses metalisasi logam nikel dan pemisahan logam nikel dari besi memungkinkan pemisahan magnetik antara konsentrat dan tailing, yang menghasilkan partikel nikel yang lebih besar. Penelitian ini akan menentukan kondisi terbaik untuk proses reduksi selektif dengan reduktor batubara dan aditif CaSO_4 untuk meningkatkan kadar nikel dalam bijih nikel limonit.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif eksperimental. Dengan menggunakan metode ini, peneliti melihat efek dari satu variabel independen pada satu atau lebih variabel dependen. Variabel bebas dalam penelitian eksperimental juga sering disebut sebagai variabel eksperimen atau perlakuan. Variabel terikat, juga dikenal sebagai kriteria, atau hasil, yang mengacu pada hasil penelitian (Frankel et al., 2006). Dalam penelitian ini terdapat 2 sumber data yang berbeda, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung pada penelitian, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sejumlah literatur, maupun hasil penelitian yang dilakukan oleh orang lain.

Data primer dalam penelitian ini berupa:

1. Berat campuran 200 gram dengan komposisi (70% bijih nikel, 10%;15%;20% reduktor berupa batubara, 10%;15 %;20% zat aditif CaSO_4).
2. Berat feed pada ukuran partikel -120 +140 mesh
3. Kadar nikel dalam sampel bijih hasil uji XRD
4. Kadar nikel dalam sampel bijih hasil uji XRF

Data sekunder dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Zat aditif CaSO_4
2. Sampel bijih nikel diambil dari Kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara

Prosedur Kerja

Proses Pengayakan

Proses pengayakan atau screening dilakukan dengan tujuan memisahkan bijih nikel dan batubara untuk mendapatkan ukuran yang sesuai yaitu -120# +140#. Dengan menggunakan alat sieve shaker dan ayakan. Proses pengayakan dilakukan dengan cara berikut: Ayakan disusun berdasarkan nomor mesh terkecil (ukuran lubang terbesar) diikuti nomor mesh terbesar (ukuran lubang terkecil), dengan susunan terakhir (paling bawah) adalah wadah penampung pada sieve shaker, Sampel hasil discharge dari hammer mill dimasukkan ke ayakan paling atas (nomor mesh terkecil/ukuran lubang terbesar), kemudian ditutup dengan penutup ayakan (cover), Alat sieve shaker dihidupkan selama 10 menit, Setelah alat dimatikan, masukkan sampel dari ukuran yang diinginkan ke wadahnya, dan timbang menggunakan timbangan/neraca analitik.

Proses Roasting dan Dry Magnetic Separation

Proses Roasting atau disebut juga proses reduksi selektif dilakukan untuk membatasi reduksi besi oksida menjadi logam besi, sehingga dapat diperoleh konsentrat feronikel yang lebih banyak mengandung nikel dengan penambahan reduktor dan aditif pada proses roasting. Bahan yang digunakan yaitu sampel nikel limonit, reduktor berupa batubara, zat aditif berupa CaSO_4 , yang sebelumnya sampel nikel dan batubara telah dilakukan pengecilan ukuran dan pengayakan untuk mendapatkan ukuran -120# +140#, kemudian sampel nikel + reduktor batubara + aditif CaSO_4 dicampurkan dengan berat campuran 200gr yang memiliki variasi komposisi 70% berat sampel nikel + 10%;15%;20% berat reduktor batubara + 10%;15%;20% berat aditif CaSO_4 dan dilakukan roasting menggunakan muffle furnace dengan suhu 875°C, 975°C, 1075°C dengan waktu roasting selama 120 menit. Proses pemisahan magnetik kering dilakukan untuk memisahkan mineral berharga dari pengotornya dengan cara manual dengan batang magnet. Mineral berharga berupa nikel yang akan tertarik oleh batang magnet. Sebagai contoh, proses kerja dilakukan sebagai berikut: Siapkan 9 sampel hasil dari roasting untuk dilakukan pengujian dengan batang magnet, Kemudian 9 sampel ditempatkan pada wadah untuk dilakukan pengujian, Batang magnet dibungkus oleh plastik tipis agar memudahkan dalam pengumpulan sampel yang tertarik oleh magnet, Selanjutnya batang magnet dimasukan ke wadah-wadah yang berisi 9 sampel tersebut selama 5 menit, Hasil dari penarikan magnet yg menempel pada batang magnet dipisahkan tersendiri pada wadah-wadah yang sudah disiapkan, Kemudian hasil dari penarikan magnet yg menempel pada batang magnet (konsentrat) di timbang untuk mengetahui dari 9 sampel tersebut mana yang lebih banyak tertarik oleh batang magnet untuk dilakukan pengujian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan Kadar Nikel dengan Reduksi Selektif

Reduksi untuk meningkatkan kadar nikel dilakukan dengan mencampur bijih nikel limonit dan reduktor batubara kualitas III serta aditif CaSO_4 dengan berat campuran adalah 200 gram. Komposisi sampel adalah 70% bijih nikel limonit atau 140 gram dan variasi antara reduktor dan aditif adalah 10%, 15%, 20% atau 20 gram, 30 gram, 40 gram pada suhu 875°C, 975°C, 1075°C, lamanya waktu adalah 2 jam. Kemudian hasil reduksi dapat ditimbang dan diambil antara 5 sampai 10 gram untuk dapat diuji XRD yang bertujuan untuk mengetahui kadar nikel awal dan sesudah dilakukan pencampuran dan pemanggangan. Sehingga dapat diketahui pada komposisi reduktor dan aditif serta pada suhu berapa kadar nikel yang paling tinggi.

2. Perubahan Berat Sampel hasil dari Roasting dengan Muffle Furnance

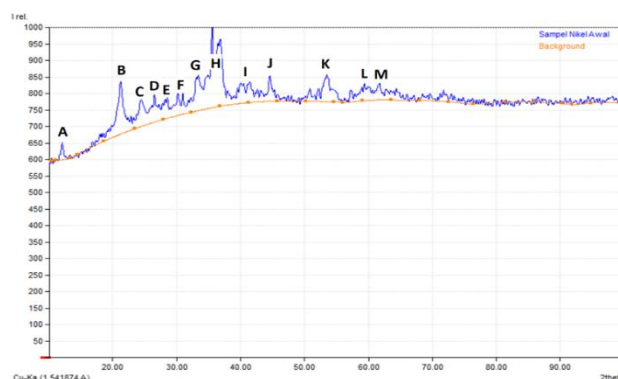
Sampel yang telah dilakukan Reduksi dengan menggunakan Muffle Furnace mengalami pengurangan berat karena adanya proses pembakaran yang terjadi pada saat Roasting. Sampel terdiri dari 9 macam dengan perbedaan komposisi dan juga Suhu. Adapun berat sampel awal pada 9 sampel adalah sama yaitu 200 gram dengan berat bijih nikel limonit sama disetiap sampel yaitu 70% atau 140 gram. Berikut adalah berat sampel setelah dilakukan Roasting.

- Sampel 1A (R 10% , A 20%) Suhu 875°C: 140 gram
- Sampel 1B (R 15% , A 15%) Suhu 875°C: 85 gram
- Sampel 1C (R 20% , A 10%) Suhu 875°C: 114 gram
- Sampel 2A (R 10% , A 20%) Suhu 975°C: 123 gram
- Sampel 2B (R 15% , A 15%) Suhu 975°C: 113 gram
- Sampel 2C (R 20% , A 10%) Suhu 975°C: 105 gram
- Sampel 3A (R 10% , A 20%) Suhu 1075°C : 118 gram
- Sampel 3B (R 15% , A 15%) Suhu 1075°C : 114 gram
- Sampel 3C (R 20% , A 10%) Suhu 1075°C : 99 gram

3. Perbandingan Hasil XRD Awal dan dari Sampel 1A sampai 3C

Setelah melakukan Roasting 9 sampel tersebut diuji dengan XRD untuk mengetahui komposisinya kemudian dibandingkan dengan hasil XRD sampel awal. Analisa XRD dilakukan oleh Laboratorium Karakterisasi Lanjut Badan Riset dan Inovasi Nasional di Cistitu Bandung. Hasil yang diperoleh kemudian diolah menggunakan software Match4 agar diketahui senyawa pada sampel nikel awal dan sampel nikel yang telah dilakukan roasting.

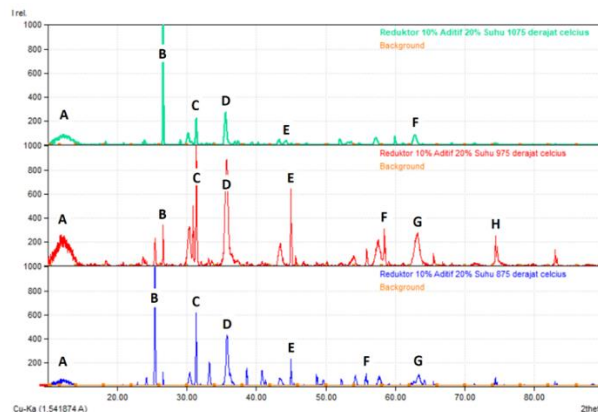
Hasil XRD Sampel Nikel Awal



Gambar 1. Hasil Analisis XRD Sampel Nikel Awal

Garis puncak pada setiap sudut kemiringan 2θ yang ditandai dengan huruf A sampai M untuk menunjukan mineral yang terkandung dalam sampel nikel awal. Semakin tinggi nilai intensitas artinya pantulan sinar X-ray tepat mengenai Kristal pada mineral tersebut. Berdasarkan gambar 1, sampel nikel awal yang merupakan bijih nikel limonit mengandung senyawa NiFe_2O_4 (Fe_2NiO_4) ditandai dengan huruf (F, I, L), Geothite (FeH_2O_2) ditandai dengan huruf (B, G, H, K, M), $\text{H}_8\text{Mg}_2\text{Ni}_4\text{O}_{18}\text{Si}_4$ ditandai dengan huruf (A, C, D, E, J). Dalam bijih nikel limonit mineral Geothite (FeH_2O_2) merupakan mineral yang membawa Ni, walaupun dilihat pada rumus kimia Geothite tidak terdapat unsur Ni. Hal tersebut disebabkan karena unsur nikel berada pada kisi-kisi kristal dan diselimuti oleh mineral Geothite. Oleh sebab itu apabila ingin mengetahui unsur Ni pada mineral Geothite dilakukan pengujian dengan SEM (Scanning Electron Microscope).

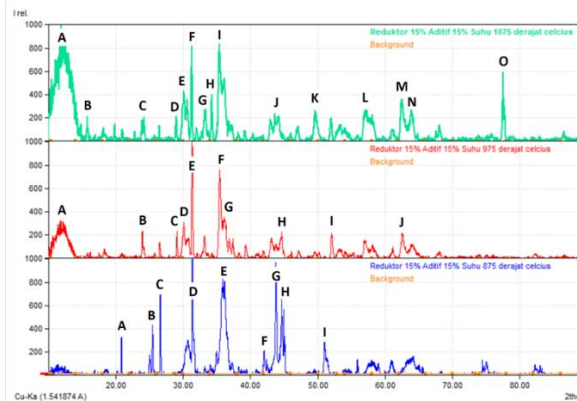
Hasil XRD Reduktor 10% Aditif 20%



Gambar 2. Hasil Analisis XRD Sampel Reduktor 10% Aditif 20%

Pada setiap grafik yang berada di gambar 2 menunjukkan variasi suhu dari hasil pengujian sampel dengan komposisi 70% bijih nikel limonit + 10% reduktor batubara + 20% zat aditif CaSO_4 yang telah dilakukan proses roasting dengan metode reduksi selektif. Masing-masing grafik memiliki suhu yang berbeda-beda grafik berwarna biru merupakan pengujian dengan suhu 875°C , kemudian grafik berwarna merah merupakan pengujian dengan suhu 975°C , dan grafik berwarna hijau merupakan pengujian dengan suhu 1075°C . Dalam grafik berwarna biru yang merupakan pengujian dengan suhu 875°C terdapat 7 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai G yang terdiri dari Nichromite (Cr_2NiO_4) ditandai dengan huruf (D), Chamosite ($\text{Al}_{1.2}\text{Fe}_{2.482}\text{H}_{10}\text{Mg}_{2.518}\text{O}_{18}\text{Si}_{3.8}$) ditandai dengan huruf (A, B, C), Braunite ($\text{Mn}_7\text{O}_{12}\text{Si}$) ditandai dengan huruf (F, G), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (E). Selanjutnya dalam grafik berwarna merah yang merupakan pengujian dengan suhu 975°C terdapat 8 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai H yang terdiri dari Nichromite (Cr_2NiO_4) ditandai dengan huruf (D, G), Villamaninite ($\text{Co}_{0.13}\text{Cu}_{0.53}\text{Fe}_{0.07}\text{Ni}_{0.27}\text{S}_2$) ditandai dengan huruf (F, H), Tiettaite ($\text{FeH}_{14.1}\text{K}_4\text{Na}_{10}\text{O}_{50.3}\text{Si}_{16}$) ditandai dengan huruf (A, B, C), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (E). Kemudian dalam grafik berwarna hijau yang merupakan pengujian dengan suhu 1075°C terdapat 6 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai F yang terdiri dari Fibroferrite ($\text{FeH}_{11}\text{O}_{10}\text{S}$) ditandai dengan huruf (A, B), $\text{CaNiO}_6\text{Si}_2$ ditandai dengan huruf (C, F), $\text{H}_8\text{NiO}_{12}\text{P}_2\text{Zn}_2$ ditandai dengan huruf (D), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (E). Pada hasil roasting terdapat mineral baru karena adanya proses reduksi selektif yang disebabkan karena proses pembakaran yang merupakan proses oksidasi dan juga pada sampel yang dilakukan roasting terdapat reduktor dan aditif sehingga memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan perubahan pada fasa dan juga pada setiap suhu memungkinkan terdapat mineral baru disebabkan karena semakin tinggi suhu maka memungkinkan semakin banyak perubahan fasa yang terjadi dan unsur nikel terlihat pada hasil XRD disebabkan karena adanya proses reduksi selektif sehingga unsur nikel sudah terpisah dari mineral Geothite.

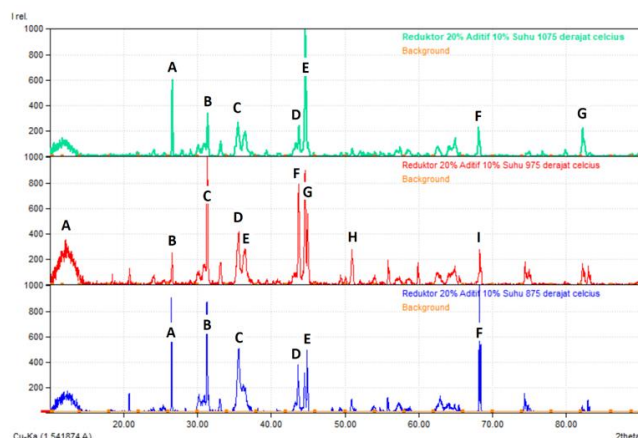
Hasil XRD Reduktor 15% Aditif 15%



Gambar 3. Hasil Analisis XRD Sampel Reduktor 15% Aditif 15%

Pada setiap grafik yang berada di gambar 3 menunjukkan variasi suhu dari hasil pengujian sampel dengan komposisi 70% bijih nikel limonit + 15% reduktor batubara + 15% zat aditif CaSO_4 yang telah dilakukan proses roasting dengan metode reduksi selektif. Masing-masing grafik memiliki suhu yang berbeda-beda grafik berwarna biru merupakan pengujian dengan suhu 875°C , kemudian grafik berwarna merah merupakan pengujian dengan suhu 975°C , dan grafik berwarna hijau merupakan pengujian dengan suhu 1075°C . Dalam grafik berwarna biru yang merupakan pengujian dengan suhu 875°C terdapat 9 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai I yang terdiri dari Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (G, I), Ca Ni D3 (Ca D3 Ni) ditandai dengan huruf (E), $\text{Fe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}$ ditandai dengan huruf (H), $\text{C}_{124}\text{Cl}_{12}\text{N}_7\text{NiO}_{70}\text{Si}_2\text{W}_{18}$ ditandai dengan huruf (A, D), $\text{H}_{134}\text{Mo}_{16}\text{Ni}_{21}\text{O}_{198}\text{P}_{28}$ ditandai dengan huruf (B), $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{N}_2\text{NiO}_5\text{S}_2\text{Ti}$ ditandai dengan huruf (C, F). Selanjutnya dalam grafik berwarna merah yang merupakan pengujian dengan suhu 975°C terdapat 10 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai J yang terdiri dari Antigorite-T ($\text{Mg}_{48}\text{O}_{147}\text{Si}_{34}$) ditandai dengan huruf (A, B, C), Chromite ($\text{Al}_{0.546}\text{Cr}_{1.422}\text{Fe}_{0.562}\text{Mg}_{0.457}\text{Ni}_{0.002}\text{O}_4\text{Si}_{0.002}\text{Ti}_{0.004}\text{Zn}_{0.007}$) ditandai dengan huruf (D, G), $\text{H}_8\text{NiO}_{12}\text{P}_2\text{Zn}_2$ ditandai dengan huruf (E), $\text{Fe}_2\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4\text{Zn}_{0.5}$ ditandai dengan huruf (F, J), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (H, I). Kemudian dalam grafik berwarna hijau yang merupakan pengujian dengan suhu 1075°C terdapat 15 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai O yang terdiri dari Tiettaite ($\text{FeH}_{14.1}\text{K}_4\text{Na}_{10}\text{O}_{50.3}\text{Si}_{16}$) ditandai dengan huruf (A, B, C, D, H), $\text{H}_8\text{NiO}_{12}\text{P}_2\text{Zn}_2$ ditandai dengan huruf (F, K, L, M), Ahlfeldite ($\text{H}_4\text{NiO}_5\text{Se}$) ditandai dengan huruf (E, G, I, N, O), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (J). Pada hasil roasting terdapat mineral baru karena adanya proses reduksi selektif yang disebabkan karena proses pembakaran yang merupakan proses oksidasi dan juga pada sampel yang dilakukan roasting terdapat reduktor dan aditif sehingga memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan perubahan pada fasa dan juga pada setiap suhu memungkinkan terdapat mineral baru disebabkan karena semakin tinggi suhu maka memungkinkan semakin banyak perubahan fasa yang terjadi dan unsur nikel terlihat pada hasil XRD disebabkan karena adanya proses reduksi selektif sehingga unsur nikel sudah terpisah dari mineral Geothite.

Hasil XRD Reduktor 20% Aditif 10%



Gambar 4. Hasil Analisis XRD Sampel Reduktor 20% Aditif 10%

Pada setiap grafik yang berada di gambar 4 menunjukkan variasi suhu dari hasil pengujian sampel dengan komposisi 70% bijih nikel limonit + 20% reduktor batubara + 10% zat aditif CaSO_4 yang telah dilakukan proses roasting dengan metode reduksi selektif. Masing-masing grafik memiliki suhu yang berbeda-beda grafik berwarna biru merupakan pengujian dengan suhu 875°C , kemudian grafik berwarna merah merupakan pengujian dengan suhu 975°C , dan grafik berwarna hijau merupakan pengujian dengan suhu 1075°C . Dalam grafik berwarna biru yang merupakan pengujian dengan suhu 875°C terdapat 6 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai F yang terdiri dari Cobaltarthurite ($\text{As}_{1.98}\text{Ca}_{0.02}\text{Co}_{0.59}\text{Cu}_{0.02}\text{Fe}_2\text{H}_{10}\text{Mg}_{0.27}\text{Mn}_{0.08}\text{Ni}_{0.02}\text{O}_{14}\text{P}_{0.01}\text{S}_{0.01}$) ditandai dengan huruf (E, F), $\text{H}_8\text{NiO}_{12}\text{P}_2\text{Zn}_2$ ditandai dengan huruf (A, B, C), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (D). Selanjutnya dalam grafik berwarna merah yang merupakan pengujian dengan suhu 975°C terdapat 9 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai I yang terdiri dari $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{NiO}_3\text{S}_2$ ditandai dengan huruf (A, B), $\text{H}_8\text{Ni}_6\text{O}_{18}\text{Si}_4$ ditandai dengan huruf (D, E), $\text{Fe}_{0.96}\text{Ni}_{0.03}\text{Sb}_{0.01}$ ditandai dengan huruf (G), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (F, H), Pyrrhotite ($\text{Fe}_{2.747}\text{Ni}_{0.253}\text{S}_3$) ditandai dengan huruf (I), Ni_2SiZn ditandai dengan huruf (C). Kemudian dalam grafik berwarna hijau yang merupakan pengujian dengan suhu 1075°C terdapat 7 garis puncak yang ditandai dengan huruf A sampai G yang terdiri dari Sapphirine ($\text{Al}_9\text{Mg}_{3.5}\text{O}_{20}\text{Si}_{1.5}$) ditandai dengan huruf (A), Ganophyllite ($\text{K}_{0.46}\text{Mn}_{1.988}\text{O}_{9.439}\text{Si}_{3.184}$) ditandai dengan huruf (B), Zlatogorite (CuNiSb_2) ditandai dengan huruf (E), $\text{Fe}_2\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4\text{Zn}_{0.5}$ ditandai dengan huruf (C), $\text{H}_8\text{NiO}_{12}\text{P}_2\text{Zn}_2$ ditandai dengan huruf (F, G), Nickel (Ni) ditandai dengan huruf (D). Pada hasil roasting terdapat mineral baru karena adanya proses reduksi selektif yang disebabkan karena proses pembakaran yang merupakan proses oksidasi dan juga pada sampel yang dilakukan roasting terdapat reduktor dan aditif sehingga memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan perubahan pada fasa dan juga pada setiap suhu memungkinkan terdapat mineral baru disebabkan karena semakin tinggi suhu maka memungkinkan semakin banyak perubahan fasa yang terjadi dan unsur nikel terlihat pada hasil XRD disebabkan karena adanya proses reduksi selektif sehingga unsur nikel sudah terpisah dari mineral Geothite.

Pemisahan Magnet Kering

Hasil dari Roasting yang dilakukan kemudian dilanjutkan dengan tahapan konsentrasi, yang dilakukan dengan pemisahan magnetik dengan tujuan untuk memisahkan konsentrat dan tailing. Adapun pemisahan magnetik kering yang dilakukan dengan cara manual yaitu dengan membungkus batang magnet dan di masukan ke dalam wadah tiap sampel. Dari hasil pemisahan magnetik kering didapatkan sampel 2C (R 20%, A 10%) suhu 975°C yang tertarik magnet dengan berat yg paling besar, sehingga hasil sampel 2C (R 20%, A 10%)

suhu 975°C dari pemisahan magnetik yang didapat (konsentrat) disiapkan untuk dilakukan pengujian selanjutnya yang bertujuan untuk mengetahui kadar nikel yang terdapat pada sampel. Penarikan magnet tergantung dari kemagnetan dari material yang diuji dan juga dari magnetnya itu sendiri. Agar mendapatkan hasil yg optimal apabila kemagnetan pada material yang akan diambil memiliki sifat kemagnetan yang tinggi maka akan dapat dengan mudah tertarik oleh batang magnet. Karena nikel memiliki sifat kemagnetan yang tinggi oleh karena itu mudah tertarik oleh batang magnet.

Perbandingan Hasil XRF sampel awal dan dari Pemisahan Magnetik Kering

Kemudian hasil konsentrat dari pemisahan magnetik secara kering diambil untuk dilakukan pengujian dengan XRF dengan tujuan dapat diketahui peningkatan kadar nikel antara sampel awal dan sampel 2C (R 20%, A 10%) suhu 975°C. berikut merupakan hasil perbandingan XRF sampel awal dan sampel 2C (R 20%, A 10%) suhu 975°C. Pengujian XRF dilakukan oleh Laboratorium Karakterisasi Lanjut Badan Riset dan Inovasi Nasional di Cistitu Bandung.

XRF Sampel Awal		XRF Sampel Hasil Roasting dan Magnetik	
Analyse Units Sampel Nikel Konawe Utara		Analyse Units Sampel 2C (R 20%, A 10% Suhu 975°C)	
Zn	% 0,027	Sn	% 0,017
Ni	% 0,832	Nb	% 0,002
Fe	% 49,056	Sr	% 0,071
Mn	% 0,679	Zn	% 0,050
Cr	% 1,945	Ni	% 0,953
V	% 0,054	Fe	% 51,766
Ti	% 0,266	Mn	% 1,018
Ca	% 0,055	Cr	% 1,989
		V	% 0,0497
		Ti	% 0,253
		Ca	% 6,059
		S	% 6,316

Keterangan :
 Instrumen XRF Portable Thermo Scientific Niton type XL3t 500 Analyzers
 Pengukuran dilakukan 3-5s dan hanya berlaku terhadap sampel yang diuji
 CRM/Standar Kalibrasi National Institute of Standards and Technology (NIST):
 - S02 Blank
 - BS-103

Gambar 5. Hasil XRF Sampel Awal dan Sampel 2C

Pada gambar 5 menunjukkan hasil dari XRF sampel awal dan juga sampel hasil roasting dan magnetik. Pada sampel awal kadar nikel adalah 0.832% sedangkan pada sampel hasil roasting dan magnetik kadar nikel menjadi 0.953%, yang menunjukkan bahwa ada peningkatan pada kadar nikel sebesar 0.121%. Kenaikan ini disebabkan karena pada sampel 2C dilakukan penambahan reduktor batubara dan juga aditif CaSO₄ yang bertujuan untuk meningkatkan kadar nikel dengan mengurangi pembentukan logam besi, walaupun pada kadar besi meningkat juga yang disebabkan karena proses roasting yang kurang lama dan suhu yang kurang tinggi sehingga reduksi besi oksida kurang maksimal, tetapi hasil yang diharapkan pada penelitian ini tercapai yaitu peningkatan kadar nikel setelah dilakukan proses roasting dan pemisahan magnetik. Pada hasil XRF sampel 2C unsur-unsur yang teridentifikasi memiliki sifat kemagnetan sebagai berikut:

- Ferromagnetik (sifat kemagnetan tinggi): Ni, Fe
- Paramagnetik (sifat kemagnetan rendah): Sn, Nb, Sr, Mn, Cr, V, Ti, Ca
- Diamagnetik (tidak memiliki kemagnetan): Zn, S

Adanya unsur diamagnetik pada hasil XRF yang sudah dilakukan pemisahan konsentrasi dengan pemisahan magnetik manual disebabkan karena terbawanya unsur tersebut dalam senyawa-senyawa dalam sampel yang memiliki sifat kemagnetan tinggi dan rendah. Sehingga dalam hasil XRF terdeteksi unsur-unsur tersebut

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil roasting bijih nikel suhu sangat berpengaruh dalam pemisahan unsur nikel dari mineral bawaannya. Semakin tinggi suhu maka semakin baik pemisahan unsur nikel dari suhu 875°C, 975°C, dan 1075°C. suhu 975°C didapatkan hasil yang optimal

dalam pemisahan unsur nikel dari mineral bawaannya yaitu Geothite. Tetapi suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan pemisahan unsur nikel tidak optimal karena batas titik lebur nikel adalah 1455°C, sehingga pemilihan suhu yang tepat dapat meningkatkan efektifitas dalam pemisahan unsur nikel dari mineral Geothite.

2. Pada hasil roasting bijih nikel jumlah reduktor dan aditif sangat berpengaruh juga dalam pemisahan unsur nikel dari mineral bawaannya. Dari komposisi Reduktor 10% Aditif 20% (Reduktor 20gram Aditif 40gram), Reduktor 15% Aditif 15% (Reduktor 30gram Aditif 30gram), dan Reduktor 20% Aditif 10% (Reduktor 40gram Aditif 20gram). Didapatkan hasil yang optimal pada komposisi Reduktor 20% Aditif 10% dalam pemisahan unsur nikel dari mineral bawaannya yaitu Geothite. Semakin tinggi Reduktor semakin baik pemisahan unsur nikel dari mineral Geothite, tetapi sebaliknya untuk Aditif. Semakin tinggi Aditif maka, hasil pemisahan unsur nikel dari mineral Geothite semakin rendah.
3. Pada hasil pemisahan magnetik pada proses konsentrasi bijih nikel yang sudah di roasting. Pemisahan magnetik sangat berpengaruh pada proses konsentrasi bijih nikel. Waktu peletakan batang magnet selama 5 menit dapat dengan maksimal menarik unsur yang memiliki sifat kemagnetan (konsentrat) yaitu unsur nikel, sehingga unsur yang tidak memiliki sifat kemagnetan dapat tertinggal sebagai tailing.

Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengkajian lebih lanjut untuk suhu, reduktor, aditif untuk mengetahui keefektifitasan untuk mendapatkan hasil kadar nikel yang lebih tinggi.
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan menggunakan reduktor batubara dengan grade yang lebih tinggi agar didapatkan peningkatan kadar nikel yang lebih tinggi.
3. Untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan variasi waktu proses pemisahan dengan magnet sehingga dapat membandingkan perolehan yang maksimal dalam pemisahan magnetik kering secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahfie, F., Manaf, A., Astuti, W., Nurjaman, F., and Herlina, U. (2021): Tinjauan teknologi proses ekstraksi bijih nikel laterit, *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 17(3), 135–152. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol17.no3.2021.1156>
- Budiyanto, E., Yuono, L. D., Bahfie, F., and Sulistiyo, D. (2021): Ekstraksi limonit dengan metode dua tahap reduksi selektif dan magnetic separation dengan variasi waktu tahan dan suhu rendah, *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v10i1.1586>
- Frankel, J. R., Wallen, N. E., and Hyun, H. H. (2006): *How to Design and Evaluate Research in Education*, 265
- Hakim, H. Z., Sanwani, E., Sari, Y., and Nurjaman, F. (2022): Reduksi selektif untuk nikel laterit menggunakan natrium klorida dan arang cangkang sawit dilanjutkan dengan pemisahan magnetik, *Journal of Science, Technology, and Virtual Science*, retrieved from internet: journal.itera.ac.id/index.php/jstvc%0AREDUKSI, 2(1), 201–207.
- Hakim, M. I., Juniarsih, A., and Setiawan, I. (2017): Peningkatan kadar nikel bijih limonit melalui proses reduksi selektif dengan variasi waktu dan persen reduktor, *Jurnal Furnace Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 3(1)
- Ilham, M., Sampe, H., Patanduk, A., Haikal Al Mubarak, M., Ridho Jurusan Teknik Geologi, N. S., and Teknologi Mineral, F. (2021): the Effect of Bedrock and Slope on the Levels and Thickness of Nickel Laterite Case Study of Petasia Area, North Morowali, *Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 5(1), 23–33
- Isjudarto, A. (2013): Pengaruh Morfologi Lokal Terhadap Pembentukan Nikel Laterit, *Jurnal Kurvatek*, 8, 10–14

- Kyle, J. H. (2010): Nickel laterite processing technologies – where to next?, ALTA 2010 Nickel/Cobalt/Copper Conference, 1–36
- Lintjewas, L., Setiawan, I., and Kausar, A. Al (2019): Profil Endapan Nikel Laterit di Daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara, Riset Geologi Dan Pertambangan, 29(1), 91. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2019.v29.970>
- Mayangsari, W. A. B. P. (2016): Proses Reduksi Selektif Bijih Nikel Limonit Menggunakan Zat Aditif CaSO_4
- Nurjaman, F., Bahfie, F., Herlina, U., Astuti, W., and Suharno, B. (2020): Kajian Literatur Parameter Proses Reduksi Selektif Bijih Nikel Laterit, Metal Indonesia, 42(2), 63. <https://doi.org/10.32423/jmi.2020.v42.63-71>
- Nurjaman, F., Sa'adah, A., Shofi, A., Apriyana, W., and Suharno, B. (2018): the Effect of Additives and Reductors in Selective Reduction Process of Laterite Nickel Ore, Jurnal Sains Materi Indonesia, 20(1), 8. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2018.20.1.5404>
- Radhica, D. D. (2023): Proteksionisme Nikel Indonesia dalam Perdagangan Dunia, Cendekia Niaga, 7(1), 74–84. <https://doi.org/10.52391/jcn.v7i1.821>
- Science, M., Journal, T., and Tenggara, U. S. (2023): *M i n e t e c h*, 2(109), 178-191
- Setiawan, I. (2016): Pengolahan Nikel Laterit Secara Pirometalurgi : Kini Dan Penelitian Kedepan, Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, (November), 1-7
- Shofi, A., Nurjaman, F., and Bahfie, F. (2019): The Effect Of Additive MgCl_2 On The Selective Reduction, 36–44
- Subagja, R. A. B. P. W. M. (2016): Peningkatan Kadar Nikel Dalam Laterit Jenis Limonit Dengan Cara Peletasi, Pemanggangan Reduksi Dan Pemisahan Magnet Campuran Bijih, Batu Bara, Dan Na_2SO_4 [Upgrading of Nickel Conte..., (August). <https://doi.org/10.14203/metalurgi.v31i2.156>
- Sujiono, E. H., and Diantoro, M. (2014): Karakteristik Sifat Fisis Batuan Nikel Di Sorowako Sulawesi Selatan, Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 10(2), 163-167. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v10i2.3353>
- Tyassena, F. Y. P., Agus, T. G., Nur, M. A., Prameswara, G., and Amin, I. (2022): PERBANDINGAN BATUBARA DAN CaSO_4 SEBAGAI REDUKTOR DALAM PROSES REDUKSI BIJIH NIKEL LATERIT, Jurnal Teknologi Kimia Mineral, 1(1), 31–35. <https://doi.org/10.61844/jtkm.v1i1.25>
- Yohanala, F. P., Prameswara, G., and Gustiany Agus, T. (2021): Bidang: Teknik Kimia Mineral Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses Teknik Kimia STUDI PENGARUH SUHU TERHADAP KANDUNGAN NIKEL PADA PROSES REDUKSI BIJIH LATERIT ASAL MOROWALI, (2004), 420–424.