



APCP

Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

IDENTIFIKASI DAN KARAKTERSASI KANDUNGAN UNSUR DAN STRUKTUR KRISTAL *SLAG NICKEL*

Asliah¹⁾, Suaedi²⁾, Nururrahmah Hammado³⁾, Rahma Hi. Manrulu⁴⁾

¹⁾PT. Indonesia Tsingshan Stainless Steel

²⁾Agroteknologi, Fakultas Pertanian Univesitas Cokroaminoto Palopo

³⁾Kimia, Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo

⁴⁾Fisika, Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo

Email Korespondensi: rahmaamanrulu@uncp.ac.id

ABSTRACT-A research has been conducted with the title Identification and Characterization of Elemental Content and Crystal Structure of Slag Nickel. The method used in this research is the aid of XRF test equipment and XRD test equipment to determine the elemental characterization and crystal structure of nickel slag. The XRF test results showed that the elements contained in the nickel slag were 79.72% Fe, 10.8% Si, 3.14% Cr, 2.23% Mn, 2.04% Ni, 0.74% Ca, 0.56% S, 0.44% Rb, 0.14% Zn, La 0.09%, and Re 0.2%. Then the XRD test results showed that the minerals formed were 79.1% CaMnSiO₃, and Fe₃O₄20.9%.

ABSTRAK-Telah dilakukan penelitian dengan judul Identifikasi dan Karakterisasi Kandungan Unsur dan Struktur Kristal *Slag* Nickel. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah bantuan alat uji XRF dan alat uji XRD untuk mengetahui karakterisasi unsur dan stuktur kristal dari slag nikel. Dari hasil uji XRF menunjukkan bahwa unsur-unsur yang tekandung dalam slag nikel adalah Fe 79.72%, Si 10.8%, Cr 3.14%, Mn 2.23%, Ni 2.04%, Ca 0.74%, S 0.56%, Rb 0.44%, Zn 0.14%, La 0.09%, dan Re 0.2%.. Kemudian hasil uji XRD menunjukkan mineral-mineral yang tebetuk adalah CaMnSiO₃ 79.1%, dan Fe₃O₄20.9%.

Kata kunci: Slag nikel; Stuktur kristal; XRD; XRF.

PENDAHULUAN

Nikel merupakan bahan galian yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi karena pada masa sekarang kebutuhan Nikel semakin meningkat disamping dari kebutuhan lainnya yang persediaannya semakin terbatas, sehingga mendorong minat pengusaha untuk membuka pertambangan Nikel. Nikel adalah bahan galian golongan A, yang dimana bahan galian yang tergolong strategis. Minyak bumi dan batubara juga sama dalam bahan galian golongan A, yang kita tahu dewasa ini bahan galian golongan A sangat dicari

oleh investor-investor yang bergerak dibidang pertambangan dan usaha lainnya. Bahan galian Nikel banyak fungsinya, salah satunya dalam pembuatan baja yang tahan karat, bisa juga dipakai sebagai alat-alat laboratorium. (Cotton dan Wilkinson, 1989)

Nikel adalah komponen yang ditemukan banyak dalam meteorit dan menjadi ciri komponen yang membedakan meteorit dari mineral lainnya. Meteorit besi atau siderit, dapat mengandung alloy besi dan nikel berkadar 5-25%. Nikel diperoleh secara komersial dari pentlandit dan pirotit



APCP

Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

di kawasan Sudbury Ontario, sebuah daerah yang menghasilkan 30% kebutuhan dunia akan nikel.(Ganti, 2008).

Nikel adalah logam sangat berguna yang dimanfaatkan dimana-mana. Nikel keras namun bisa dibentuk, tahan karat, dan sifat mekanis serta sifat fisiknya tetap bertahan biarpun terpapar suhu ekstrim. Dengan karakteristiknya yang khas membuat nikel menjadi bahan dasar yang banyak digunakan dalam peralatan di dunia modern. Mulai dari peralatan di dapur sampai dengan komponen di pesawat terbang. Kabupaten Luwu Timur dikenal memiliki kandungan nikel yang cukup banyak. Penambangan nikel di Kabupaten ini dilakukan oleh PT. Vale Indonesia Tbk yang terletak di Kecamatan Nuha, Sorowako, Sulawesi Selatan (Widhiyatna, 1997).

PT Vale Indonesia Tbk sebelumnya bernama PT International Nikel Indonesia Tbk. (PT Inco), perusahaan ini mengoperasikan tambang nikel *open pit* dan pabrik pengolahan di Sorowako, Sulawesi. Slag nikel merupakan limbah industri nikel berupa bongkahan dan memiliki bobot yang besar. Slag nikel dapat ditemukan dan diperoleh dari limbah industri nikel PT. Vale. Jumlah slag nikel yang dihasilkan setiap minggu mencapai 48.679 ton terdiri dari dua bentuk struktur berpori dan padat. Slag nikel itu sendiri berwarna coklat tua dan terdiri dari unsur silikat 26,43% dan ferro 43,03% yang merupakan bagian paling dominan. Sejak tahun 1968. Saat ini, PT Vale menjadi produsen nikel terbesar di Indonesia dan menyumbang 5% pasokan nikel dunia (Hutamadi, 2000)

Slag nikel merupakan limbah industri nikel berupa bongkahan dan memiliki bobot yang besar. Slag nikel dapat ditemukan dan diperoleh dari limbah industri nikel PT. Vale. Jumlah slag nikel yang dihasilkan setiap minggu mencapai 48.679 ton terdiri dari dua bentuk struktur berpori dan padat. Slag nikel itu sendiri berwarna coklat tua dan terdiri dari unsur silikat 26,43% dan ferro 43,03% yang merupakan bagian paling dominan (Sugiri & Khosama, 1997).

Salah satu limbah padat dari hasil penambangan dan proses pengolahan nikel adalah slag nikel. Slag merupakan limbah industri yang sering ditemukan pada proses peleburan logam. Slag berupa residu atau limbah, wujudnya berupa gumpalan logam, berkualitas rendah karena tercampur bahan-bahan lain yang sukar dipisahkan. Slag terjadi akibat penggumpalan mineral silika, potas dan soda dalam proses peleburan logam atau melelehnya mineral tersebut dari bahan wadah pelebur akibat proses panas yang tinggi (Ganti, 2008).

Jumlah slag nikel kian hari kian menumpuk, karena setiap proses pemurnian satu ton produk nikel menghasilkan limbah padat 50 kalinya, setara 50 ton (Sugiri, 2005).

XRF merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sample dengan menggunakan metode spektrometri. XRF umumnya digunakan untuk menganalisis unsur dalam mineral atau batuan. Analisis unsur dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk menganalisis jenis unsur yang



APCP

Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

terkandung dalam bahan dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam bahan.

XRD (*X-Ray Diffraction*) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi material kristalit maupun non-kristalit dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar-X. Dengan kata lain, teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel (Setyadhani, 2012).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian sampel menggunakan metode XRD dan XRF. Selanjutnya, data hasil pengujian dianalisis dengan cara identifikasi untuk mendapatkan informasi struktur kristal yang terkandung dalam slag nickel dan secara kualitatif untuk mengetahui persentase berat relatif fase kristalin pada slag nickel. Analisis kualitatif dilakukan dengan bantuan *software MATCH2* dengan data base *PDF2*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Uji XRF

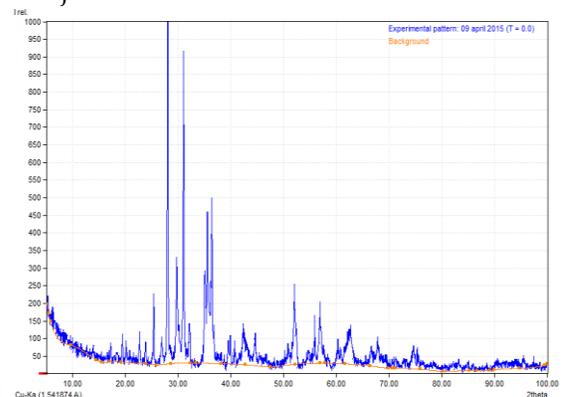
Setelah dilakukan uji XRF (*X-Ray Fluorescence*) pada sampel slag nickel maka di dapatkan unsur-unsur dengan persen berat sebagai berikut:

Tabel 1. Unsur-unsur dan persen berat dari hasil uji XRF sampel slag nickel yang telah diseparsi

Unsur	Persen berat (wt%)
Fe	79,72
Si	10,8
Cr	3,14
Mn	2,23
Ni	2,04
Ca	0,74
S	0,56
Rb	0,44
Sc	0,014
Zn	0,14
La	0,09
Re	0,2

Pada tabel 1. dapat dilihat bahwa unsur yang paling dominan adalah Besi dengan berat 79,72% karena Fe merupakan unsur utama yang terdapat di dalam slag nickel. Kemudian unsur silikon 10,8%, Cromium 3,14%, Mangan 2.23%, Nikel 2,04%. Sedangkan unsur-unsur lainnya seperti Calsium, Sulfur, Rubidium, Zinc, Lantanum dan Renium beratnya tidak lebih dari 1%.

b. Uji XRD



Gambar 1. Pola Difraksi dari Hasil Uji XRD



APCP

Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

Tabel 2. Komposisi mineral magnetik hasil uji XRD

Nama Mineral	Rumus Molekul	Persentase (%)
<i>Bustamite</i>	$\text{Ca}_{0.518}\text{Mn}_{0.482}\text{SiO}_3$	79.1
<i>Magnetite</i>	Fe_3O_4	20.9

Dari data XRD yang diperoleh, dilakukan identifikasi puncak-puncak grafik XRD menggunakan perangkat lunak *MATCH!2* dengan cara mencocokkan puncak yang ada pada grafik gambar 1 dengan database *PDF2* sehingga diperoleh senyawa dengan CaMnSiO_3 (*Bustamite*) 79.1%, dan Fe_3O_4 (*Magnetite*) 20.9%.

Sampel slag nikel yang telah dikarakterisasi menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*). Tujuannya untuk mengetahui kandungan unsur dan struktur kristal yang terkandung dalam slag nikel. Kemudian dilakukan uji XRD (*X-Ray Diffractometer*) untuk memastikan fasa-fasa mineral yang terkandung dalam sampel slag nikel dan persentase yang terkandung di dalamnya.

Slag nikel yang telah dikarakterisasi dengan XRF (*X-Ray Fluorescence*) menunjukkan bahwa unsur yang mengandung persen berat paling tinggi adalah Besi dengan berat 79,72%. Kemudian unsur Silikon 10,8%, Cromium 3.14%, Mangan 2.23%,Nikel 2,04%. Sedangkan unsur-unsur lainnya persentase beratnya tidak lebih dari 1% seperti Calsium 0.74%, Sulfur 0.56%, Rubidium 0.44%, Zinc 0.14%, Lantanum 0.09% dan Renium 0.2%.

Unsur-unsur yang dihasilkkan dari penelitian XRF ialah Fe, Si, Cr, Mn, Ni, ,Ca, S, Rb, Sc, Zn, La dan Re memiliki sifat kemagnetan. Jadi Unsur Fe merupakan unsur utama dari hasil penelitian ini

dengan persentase lebih dari 50% karena unsur Fe bersifat feromagnetik atau memiliki sifat kemagnetan yang kuat sehingga memberi respon yang cepat terhadap medan magnet. Begitu pula dengan unsur Ni yang bersifat feromagnetik.Kemudian unsur Cr, Mn, Ca, Rb, Zn, La dan Re bersifat paramagnetik. Namun, pada penelitian ini masih terdapat unsur-unsur yang bersifat diamagnetik, yaitu : Si, S, dan Zn. Unsur-unsur tersebut disebut unsur-unsur pengotor dan Si merupakan unsur pengotor utama. Hal ini kemungkinan disebabkan proses penggerusan yang hanya menggunakan mortar dan tidak ada standar kehalusan pada saat proses penyaringan karena tidak menggunakan mesh. Untuk hasil yang lebih efektif, proses penggerusan lebih baik dilakukan menggunakan VBM (*Vibration Ball Mill*) agar didapatkan butiran yang cukup halus dan rata.

Berdasarkan hasil uji XRF juga dikombinasikan dengan hasil uji XRD untuk mengetahui persebaran fasa atau senyawa yang terbentuk dari proses separasi. Dari data XRD yang diperoleh, dilakukan identifikasi puncak-puncak grafik XRD menggunakan perangkat lunak *MATCH!2* dengan cara mencocokkan puncak yang ada pada grafik tersebut dengan database *PDF2* untuk mendapatkan data kualitatif berupa senyawa yang terbentuk dalam sampel sehingga diperoleh senyawa mineral CaMnSiO_3 (*Bustamite*) 79.1%, dan Fe_3O_4 (*Magnetite*) 20.9%. Struktur kristal slag nikel menurut (*Bustamite*) ialahmemiliki grup ruang 1, sistem kristal 1, parameter sela= 9.807000 \AA , $b = 10,680000 \text{ \AA}$, $C = 7.09100 \text{ \AA}$, $a = 99.580002^\circ$, $\beta =$



APCP

Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

$99.989988^0 \cdot y = 83,790001^0$ volume sel 718.830017 \AA^3 . Dan jumlah struktur kristal atom 6. Sedangkan menurut (*Magnetite*) ialah grup ruang Fd-3m (227), parameter sel $a = 8.412700 \text{ \AA}$, volume sel 595.400024 \AA^3 dan jumlah struktur kristal atom 8.

Mineral-mineral dari slag nikel dapat di manfaatkannya dan digunakan dalam industri pembuatan magnet permanen dan Mineral yang dihasilkan dari penelitian ini seperti pembuatan tinta kering / toner yang biasa digunakan di dalam mesin fotokopi dan *printer laser*.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Kandungan unsur yang terkandung dalam slag nikel antara lain : Besi (Fe) 79.72%, Silicon (Si) 10.8%, Chromium (Cr) 3.14%, Mangan (Mn) 22.23%, Nikel (Ni) 2.04%, Calcium (Ca) 0.74%, Sulfur (S) 0.56%, Rubidium (Rb) 0.44%, Zinc (Zn) 0.14%, Lantanum (La) 0.09%, dan Rhenium (Re) 0.2%. Persentase paling tinggi yang terkandung dalam slag nikel adalah Besi (Fe).
2. Komposisi kandungan mineral yang terkandung dalam slag nikel antara lain : CaMnSiO_3 (*Bustamite*) 79.1%, dan Fe_3O_4 (*Magnetite*) 20.9%. Persentase paling tinggi dalam slag nikel adalah CaMnSiO_3 (*Bustamite*). Struktur kristal slag nikel menurut (*Bustamite*) ialah memiliki grup ruang 1, sistem kristal 1, parameter sel $a = 9.807000 \text{ \AA}$, $b = 10,680000 \text{ \AA}$, $C = 7.09100 \text{ \AA}$, $\alpha = 99.580002^0$, $\beta = 99.989988^0$, $\gamma = 83,790001^0$ volume sel 718.830017 \AA^3 . Dan jumlah struktur kristal atom 6. Sedangkan menurut (*Magnetite*) ialah

grup ruang Fd-3m (227), parameter sel $a = 8.412700 \text{ \AA}$, volume sel 595.400024 \AA^3 dan jumlah struktur kristal atom 8.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada:

1. Laboratorium pengukuran Fakultas Sains UNCP.
2. Laboratorium Difraksi Research Center LPPM ITS.
3. Laboratorium Sentral MIPA Universitas Negeri Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Efendi. (2003). *Tingkat Konsentrasi Nikel pada Kondisi Aerob dan Nonaerob*.
- Geberding, J.L. (2005). *Penggunaan Berbagai Aplikasi Nikel dalam Industri*. Bandung.
- Ganti, Abraham. (2008). *Potensi Pemanfaatan Low Nickel Slag dalam Beton sebagai Pengganti Semen dan Agregat Kasar*. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Grant, Norton, M, dan Suryanarayana, C. (1998). *X-Ray Diffraction. A Partical Approach*. New York. Plenum Press.
- Khosama, Lelyani Kim. (1997). *Penggunaan Terak Nikel sebagai Agregat pada Beton Mutu Tinggi*. Tesis Magister. Institut Teknologi Bandung.
- Smallman, R dan Bishop, R. 1991. *Modern Physics Metallurgy and Materials Engineering*. Oxford. Butterworth-Heinemann.
- Sugiri S.M., D.R. Munaf, L.K. Khosama. 1997. *Mechanical Properties of High Performance Nickel Slag Concrete*. 22nd Conference on Our World Concrete and Structures.
- Sartono, A.A., 2006. *Difraksi sinar-X (XRD)*. Tugas Akhir Mata kuliah proyek



APCP

Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

Laboratorium. Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Indonesia.

Warren, E., 1969. *X-Ray Diffraction*.
Addition-wesley pub: Messach Sssetfs.