



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 5 Tahun 2024 Page 9709-9717

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Perbandingan Desain Proses Produksi Terhadap Pengaruh Kadar Nikel Di Smelter Feronikel Maluku Utara

Riswan Asri^{1✉}, Sinardi²

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar Makassar, Indonesia

Email: riswanasri08@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Negara Indonesia saat ini adalah penghasil cadangan nikel terbesar didunia. Pada proses peleburan nikel dengan kategori dari bijih laterite biasanya digunakan untuk membuat nikel matte, feronikel, atau logam nikel. Bijih nikel laterite terbagi 2 jenis yaitu jenis saprolite dan limonite. Jenis nikel laterite yang memiliki kadar Ni yang tinggi dapat diolah melalui proses pirometalurgi dan untuk kadar Ni yang rendah dapat diolah menjadi melalui proses hydrometalurgi. Pembuatan feronikel saat ini yang banyak digunakan di Indonesia yaitu menggunakan metode (RKEF) *Rotary Kiln Electric Furnace*. Bijih ore nikel laterit yang diambil dari area penambangan akan dibawa dan disimpan dalam gudang bijih ore basah dengan kandungan air bebas sekitar 30-40%, lalu akan dibawa melalui proses pemanasan terlebih dahulu pada tanur pengering rotary dryer hingga kandungan air sisa berkurang minimal 20% dan maksimal 15%. Lalu dilakukan proses pemanasan lanjutan dan penambahan karbon atau *semicoke* di Rotary kiln. Di dalam Rotary kiln akan mengalami proses kalsinasi-reduksi, dimana proses kalsinasi merupakan proses pengeringan lanjutan pada tanur reduksi rotary kiln dengan penambahan karbon yang dimana diharapkan terjadi proses disosiasi mineral untuk menghilangkan kandungan air dari 20 – 15% hingga menjadi yang diinginkan 0%. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kandungan kadar Ni pada bijih ore nikel dan menghindari terjadinya ledakan – ledakan yang tidak diinginkan ketika kalsin ini akan dileburkan dalam tungku furnace. Objek yang diteliti yaitu jenis ore nikel laterite hasil tambang, ore kering yang telah melewati proses pengering di dryer kiln dan ore yang telah menjadi kalsin setelah melewati tanur reduksi rotary kiln.

Kata Kunci: Biji Nikel *Laterite*, *Dryer Kiln*, *Rotary Kiln* Reduksi, Kalsinasi.

Abstract

Indonesia is currently the largest producer of nickel reserves in the world. In the nickel smelting process with the category of laterite ore is usually used to make nickel matte, ferronickel, or nickel metal. Laterite nickel ore is divided into 2 types, namely saprolite and limonite. The type of laterite nickel that has a high Ni content can be processed through a pyrometallurgical process and for low Ni content can be processed through a hydrometallurgical process. The manufacture of ferronickel currently widely used in Indonesia is using the (RKEF) Rotary Kiln Electric Furnace method. Laterite nickel ore taken from the mining area will be taken and stored in a wet ore warehouse with a free water content of around 30-40%, then will be taken through a heating process first in a rotary dryer until the remaining water content is reduced by a minimum of 20% and a maximum of 15%. Then the further heating process and the addition of carbon or semicoke are carried out in the Rotary kiln. Inside the Rotary kiln will undergo a calcination-reduction process, where the calcination process is a further drying process in the rotary kiln reduction furnace with the addition of carbon which is expected to cause a mineral dissociation process to remove water content from 20-15% to the desired 0%. This process aims to increase the Ni content in nickel ore and avoid unwanted explosions when this calcine is melted in the furnace. The objects studied were the types of laterite nickel ore from mining, dry ore that had gone through a drying process in the dryer kiln and ore that had become calcine after passing through the rotary kiln reduction furnace.

Keyword: Laterite Nickel Ore, Dryer Kiln, Rotary Kiln Reduction, Calcination.

PENDAHULUAN

Nikel merupakan suatu unsur yang digunakan sebagai paduan utama dalam pembuatan material stainless steel yang mengalami pertumbuhan dengan cepat karena banyaknya permintaan dan penggunaan industri yang menggunakan stainless steel. Saat ini kurang lebih 65% nikel digunakan untuk industri stainless steel dan sebanyak 12% digunakan untuk industri manufaktur super alloy atau nonferrous alloy, (Moskalyk, Johnson). Di Indonesia saat ini merupakan salah satu negara penghasil nikel terbanyak didunia dengan jenis laterite yang banyak dapat ditemukan didaerah sulawei dan maluku. Dalam pembuatan nikel terdapat dua jenis bijih nikel yaitu nikel laterite dan nikel sulfida yang memiliki karakteristik dan cara pengolahan yang berbeda. Karena banyaknya limpahan cadangan nikel jenis laterite di indonesia maka perkembangan pembangunan industri smelter nikel di Indonesia banyak dengan melalui proses pirometalurgi. Biji nikel laterite yang memiliki kandungan Ni yang rendah umumnya diproses melalui jalur proses hydrometalurgi yang menghasilkan nikel sebagai bahan baku pembuatan baterai dan untuk nikel laterite dengan kandungan Ni yang cukup tinggi sebaiknya akan diproses melalui jalur pyrometalurgi. Subagja et al, (2016).

Pada proses pembuatan ferronikel dari bijih nikel laterit dengan jalur pirometalurgi saat ini banyak dibangun di smelter di Indonesia. Dalam proses pirometalurgi ini menggunakan metode *Rotary Kiln-electric Furnace* yang memerlukan energi yang sangat tinggi, karena bijih nikel ini akan melewati beberapa proses pengeringan dan pembakaran lalu dilebur dalam tungku yang menghasilkan sejumlah produk feronikel dan buangan berupa *slag*. Dari metode ini telah teruji kemampuannya karena dapat beradaptasi dengan berbagai macam kandungan nikel dalam bijihnya. Proses reduksi-kalsinasi ini langsung dari bijihnya yang diperkirakan akan mengkonsumsi energi lebih rendah karena hanya menggunakan Rotary Dryer dan Rotary Kiln untuk menghasilkan bijih nikel yang telah teroksidasi atau kalsin, prosesnya bisa disebut juga sebagai peningkatan kadar FeNi secara thermal. Rodrigues, (2013). Adapun beberapa peneliti yang pernah mencoba model penelitian ini antara lain. Liu dkk, (2010), Bo Li dkk,(2011).

Proses pengolahan feronikel RKEF ini diawali dengan tahapan proses pengeringan untuk menghilangkan kandungan air dalam bijih nikel yang berkisar sekitar 35%. Bijih nikel laterite dikeringkan pada temperatur dibawah 250°C dalam *Rotary Dryer* hingga kandungan air mencapai 15-20% agar pada saat diumpun kedalam *Rotary Kiln* tidak lengket pada silo atau belt conveyor dan juga tidak terlalu berdebu. Dalam proses kalsinasi bijih nikel yang telah melalui tahapan pengeringan akan dicampur dengan karbon atau *semicoke* sebagai reduktor dalam *Rotary Kiln* agar terjadi proses kalsinasi pada suhu 800-900°C. Tujuan dari proses reduksi ini yaitu untuk meningkatkan kandungan mineral seperti Fe dan Ni dalam bijih nikel laterit dengan cara mereduksi bijih sehingga terjadi reaksi kimia dan terjadi reaksi reduksi seperti Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dan NiO menjadi Ni yang dilanjutkan pemisahan magnetic sehingga kandungan Ni akan meningkat. Setelah melewati proses di *Rotary Kiln* kalsin akan dimasukkan kedalam tungku atau tanur listrik untuk dilebur, didalam proses peleburan terjadi reaksi kimia yaitu proses reduksi nikel dan besi oksida akan menjadi nikel, pelelehan dan pelarutan nikel dalam feronikel dan pemisahan feronikel dari slag. Setiawan, (2016).

METODE PENELITIAN

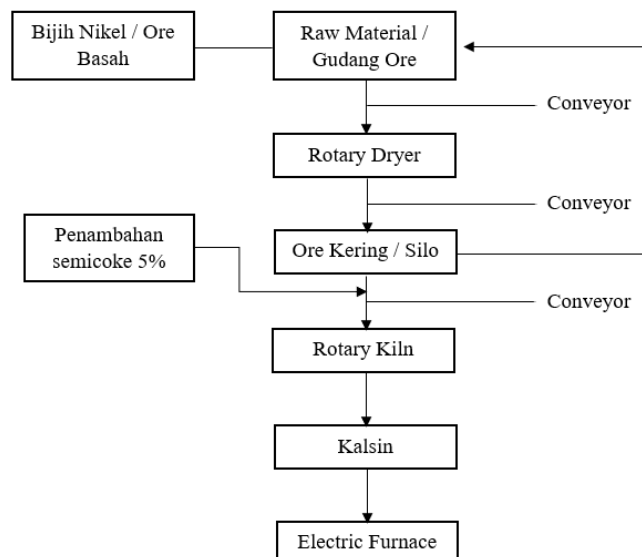
Penelitian ini dilakukan di area smelter pertambangan nikel di daerah Maluku Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kualitatif dengan mendeskripsikan objek dengan cara pengamatan dan penelitian langsung dilapangan. Pengambilan data dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

- a. Data primer diperoleh dari observasi secara langsung terhadap objek penelitian dilapangan dimana ada 3 parameter yang akan diamati.
 - Pengujian sampel ore basah

- Pengujian sampel ore kering
- Pengujian sampel kalsin

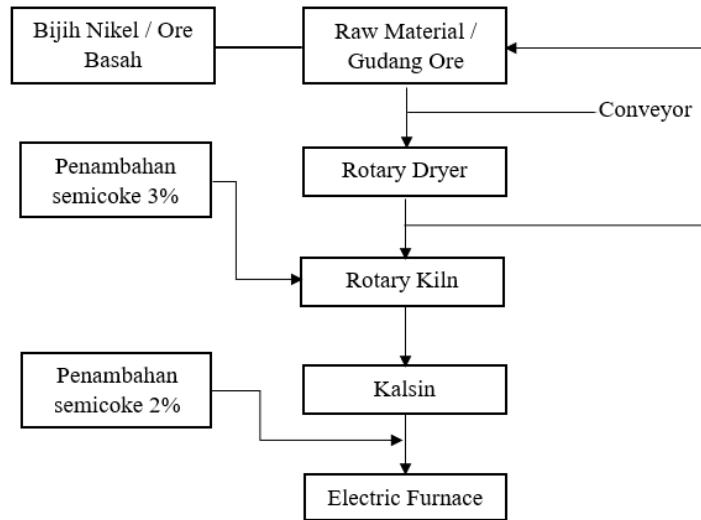
b. Data sekunder didapatkan dengan tahap seperti wawancara, komunikasi dengan pengawas lapangan, serta orang-orang yang berkompeten, dan melakukan studi pustaka terhadap literatur.

Untuk mengetahui bagaimana perbedaan alur proses smelter feronikel yang terdapat di Maluku Utara berikut gambar dibawah ini Gambar 1 dan Gambar 2 . Dan dalam alur proses smelter feronikel akan diambil 3 parameter sampel yaitu ore basah, ore kering, dan kalsin. Setelah masing-masing sampel di ambil lalu dibawah ke Dept. Lab untuk dilakukan analisa guna mendapatkan kadar logam yang diinginkan.



Gambar 1. Diagram alir sederhana Feronikel Smelter A

Dari gambar alur proses diatas dapat dibuat sebuah ringkasan tahapan proses yaitu, bijih ore nikel yang telah disimpan di Raw Material dengan kadar air sekitar 30-40% akan masuk kedalam Rotary Dryer untuk proses pemanasan atau pengeringan yang diharapkan kadar air pada bijih ore nikel hingga minimal 20% dan maksimal 15% kemudian bijih nikel dimasukkan dan ditampung kedalam silo menggunakan conveyor. Pada saat ingin di umpan kedalam Rotary Kiln menggunakan conveyor ore kering akan dicampur atau ditambahkan karbon atau semicoke agar mengalami proses kalsinasi-reduksi untuk menghilangkan sisa kandungan air yang tersisa dan air kristal dengan kandungan air yang diharapkan 0%, penambahan carbon atau semicoke ini sebagai agen pereduksi untuk meningkatkan kandungan Ni pada bijih ore nikel. Kemudian hasil proses dari Rotary Kiln yaitu kalsin akan di umpan masuk kedalam Furnace. Dalam Furnace yaitu proses reduksi nikel yang tersisa dan pemisahan antara feronikel dari hasil sampingannya berupa slag besi magnesium silikat.



Gambar 2. Diagram alir sederhana Feronikel Smelter B

Dari gambar alur proses diatas dapat dibuat sebuah ringkasan tahapan proses yaitu, bijih ore nikel yang telah disimpan di Raw Material dengan kadar air sekitar 30-40% akan masuk kedalam Rotary Dryer untuk proses pemanasan atau pengeringan yang diharapkan kadar air pada bijih ore nikel hingga minimal 20% dan maksimal 15%. Setelah melewati proses pengeringan bijih ore nikel langsung di umpan masuk kedalam Rotary Kiln dan ditambahkan karbon atau semicoke secara bersamaan agar mengalami proses kalsinasi-reduksi untuk menghilangkan sisa kandungan air yang tersisa dan air kristal dengan kandungan air yang diharapkan 0%, penambahan carbon atau semicoke ini sebagai agen pereduksi untuk meningkatkan kandungan Ni pada bijih ore nikel. Kemudian hasil proses dari Rotary Kiln yaitu kalsin akan di umpan masuk dan dilakukan penambahan karbon atau semicoke sebelum masuk kedalam Furnace. Dalam Furnace yaitu proses reduksi nikel yang tersisa dan pemisahan antara feronikel dari hasil sampingannya berupa slag besi magnesium silikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Smelter Feronikel yang ada di Maluku Utara data yang dapat dikumpulkan yaitu data bahan baku bijih nikel (ore basah), data tahapan proses Rotary Dryer (ore kering), dan data tahapan proses Rotary Kiln (kalsin) pada smelter A dan smelter B. Serta membahas proses yang terjadi antara alur proses smelter A dan smelter B setelah melewati Rotary Dryer dan Rotary Kiln, dengan hasil analisis di alur proses yang baik menurut lab dan dari data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian parameter Ore Basah

Sampel Ore Basah	Ni	Fe	SiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃
Smelter A dan Smelter B	1.59	21.85	37.83	21.02	0.94	2.61

Dari tabel pengujian pada parameter ore basah bijih nikel yang di ambil dari penambangan sebelum di masukkan pada proses produksi bijih nikel di uji menggunakan alat untuk mendeteksi kandungan mineral dalam ore dan didapatkan beberapa kandungan Ni dan mineral lainnya seperti tabel diatas.

Tabel 2. Hasil pengujian parameter Ore Kering

Sampel Ore Kering	Ni	Suhu	% Kadar Air
Smelter A	1.69	248 °C	18%
Smelter B	1,65	237 °C	20%

Dari tabel pengujian pada parameter ore kering yang telah melewati proses pengeringan dalam Rotary Dryer sampel ore kering diambil setiap 1 jam selama 12 jam lalu dibawa ke bagian laboratorium untuk dilakukan pengujian dan didapatkan hasil seperti pada tabel diatas.

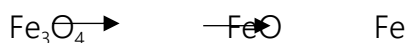
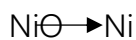
Tabel 3. Hasil pengujian parameter Kalsin

Sampel Kalsin	Ni	Fe	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
Smelter A	1.91	19.2	0.56	27.4	2.34
Smelter B	1.83	18.7	0.42	22.6	2.11

Dari tabel pengujian pada parameter ore kering yang telah melewati proses pemanasan kalsinasi-reduksi dalam Rotary Kiln sampel kalsin diambil setiap 1 jam selama 12 jam lalu dibawa ke bagian laboratorium untuk dilakukan pengujian dan didapatkan hasil kandungan Ni dan mineral lainnya seperti pada tabel diatas.

Dari 3 pengujian parameter di masing-masing smelter dapat dilihat hasil untuk parameter ore basah smelter A dan smelter B nilai kandungan nikel maupun mineral lainnya masuk dalam kategori bijih ore nikel laterite yang dapat diolah melalui proses pirometalurgi dalam tungku lebur furnace, adapun kandungan nikel dan mineral lainnya antara smelter A dan smelter B sama karena menggunakan satu jenis ore yang berasal dari pertambangan nikel yang ada di Maluku utara. Untuk parameter ore kering yang telah melewati proses pemanasan atau pengeringan dalam rotary dryer terlihat nilai kandungan Ni yang ada pada smelter A lebih tinggi dibandingkan di smelter B, hal yang mempengaruhi perbedaan dari kandungannya yaitu faktor dari pemanasan yang diberikan atau didapatkan pada ore yang masuk kedalam rotary dryer, karena kurangnya sumber panas yang berasal dari rotary kiln yang memiliki suhu yang rendah dan tingginya kadar air sehingga masih banyak pengotor

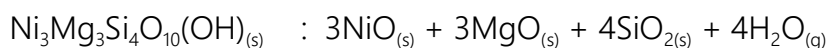
selain dari logam yang diinginkan, maka ketika sampel yang diambil dan di uji itu memiliki perbedaan namun dari kedua hasil analisa masih masuk dalam nilai standar untuk ore kering, dimana hasil output dari rotary dryer yang diharapkan mengurangi kadar air sebanyak 20-15%. Untuk parameter kalsin hasil dari proses pemanasan kalsinasi-reduksi di rotary kiln terlihat dari kadar nikel sebesar 1,91 dan 1,83 sudah masuk dalam kategori sebagai kadar nikel yang cukup tinggi untuk proses kalsinasi sebelum masuk kedalam tungku furnace. Kualitas bijih nikel ini hampir sama dengan hasil bijih nikel yang dihasilkan dalam percobaan yang dilakukan oleh Biswabandita dan Tapan,(2013) sebesar 1,82%. Pada hasil perbedaan nilai kandungan nikel di smelter A lebih tinggi dibanding smelter B salah satu faktor ada pada proses reduksinya, dikarenakan pemanasan ataupun pembakaran dari rotary kiln yang cukup sesuai kebutuhan dengan penambahan karbon atau semicoke sebagai reduktor, batubara ini mengandung unsur karbon yang cukup untuk membentuk gas CO sebagai bahan reduktor. Bunjaku,(2013). sehingga proses disosiasi mineral dalam Rotary Kiln terjadi lebih banyak sehingga banyak kandungan mineral oksida yang terlepas seperti:



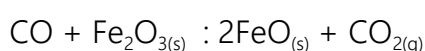
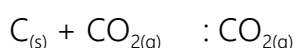
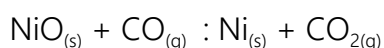
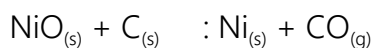
Karbon atau semicoke merupakan jenis reduktor yang paling banyak digunakan untuk reduksi bijih nikel karena jumlahnya yang sangat banyak. Salah satu proses yang sering digunakan yaitu produksi ferronikel Krupp-Renn process. Adapun produk yang terbentuk didinginkan, digerus, dipisahkan secara fisik dan terakhir pemisahan dengan magnetik. Produk akhir berupa partikel dengan ukuran 2 - 3 mm dengan komposisi Ni 18-22%. Peneliti lain yang melakukan hal yang mirip yaitu T. Watanabe, Beggs, Hoffman, Diaz.

Menurut Canterford, (1975) Adapun reaksi kimia yang terjadi pada Rotary Kiln sebagai berikut:

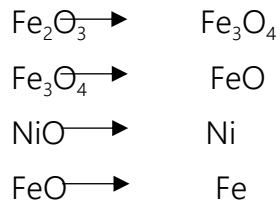
- Pada temperatur sekitar 700 °C, disosiasi mineral-mineral dari bijih nikel laterit menjadi oksida dan uap air:



- Reduksi oksida-oksida dengan batubara dan gas pada temperatur 800 °C



- Reaksi kimia yang terjadi pada kalsin sebagai berikut:



Proses reduksi yang terjadi pada Rotary Kiln yaitu mereduksi bijih nikel sehingga terjadi reaksi kimia seperti yang ada diatas dan dilanjutkan pemisahan magnetic sehingga kandungan Ni dalam bijih ore nikel akan meningkat. Selain dari penambahan karbon atau semicoke untuk menghasilkan kalsin dengan kandungan mineral yang diinginkan ada beberapa faktor kondisi proses produksi yang harus diperhatikan seperti suhu, ketika suhu dalam rotary kiln sangat tinggi akan beresiko munculnya kerak atau gumpalan yang menempel pada dinding castabel sehingga hasil kalsin berkurang dan semakin lama akan berdampak pada castabel yang mudah rusak, dan ketika suhu terlalu rendah juga maka proses reduksi dalam Rotary Kiln tidak baik sehingga kandungan nikel yang ada pada kalsin tidak meningkat selain itu ketika suhu rendah masuk kedalam tungku electric furnace akan mengalami kesulitan berupa energi yang dikeluarkan lebih banyak dan kemungkinan berdampak terjadi ledakan atau hal-hal yang tidak diinginkan. Maka dari itu fungsi dari proses Rotary Kiln ini pada metode RKEF sangat penting.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif yaitu dengan cara pengamatan dan penelitian langsung dilapangan. Adapun hasil yang didapatkan dari beberapa pengujian parameter yaitu berupa sampel dari ore basah, ore kering, dan kalsin didapatkan nilai kandungan Ni pada kalsin di smelter 1 lebih tinggi dibandingkan pada smelter 2 karena salah satu faktor yang membedakan terdapat pada penambahan karbon atau semicoke yang dimana semicoke sebagai agen pereduksi yang berfungsi untuk meningkatkan kandungan nikel pada bijih nikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Biswabandita, K dan Tapan K. P. 2013. Preparation of Metallic Nickel Nugget from Laterite Ore and its Comparison with Synthetic Oxidic System, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol. 3, Issue 2, August.
- Bo Li, Wang, H. dan Wei, Y. 2011. The reduction of nickel from low-grade nickel laterite ore using a solid state deoxidation method, Mining Engineering, Vol. 24, Issue 14, Nov. P.1556.

- Bunjaku, A, 2013. The effect of mineralogy, sulphur, and reducing gases on the reducibility of saprolitic nickel ores, Alto University publication series, Doctoral Dissertations 18.2013
- Canterford, J.H. 1975. The treatment of nickeliferous laterites, *Miner. Sci. Eng.* 7 (1), 3-17.
- Cartman, R. 2010. An overview of the future production and demand of ferronickel, *Informa Mining and Metals*, 2nd Euro Nickel Conference, 18 – 19th March, 24 pages.
- Dalvi D. A, W.G.B. and Robert C. Osborne. 2004. The Past and Future Of Nickel Laterite Paper presented at the British Library Conference Proceedings, Hobart.
- Johnson, Jeremiah, Reck, B.K, Wang, T., Graedel, T.E. 2008. The energy benefit of stainless steel recycling. *Energy policy* 36 (1), 181–192.
- Liu Wan-rong, Xin-hai, L., Qi-yang, H., Zhi-xing, W, Kezhuan, G., Jin-hui, L. dan Lian-xin, Z., 2010. Pretreatment study on chloridizing segregation and magnetic separation of low-grade nickel laterites, *Trans. Nonferrous Met. Soc., China*, Vol. 20, p.82-86.
- Moskalyk, R.R, Alfantazi, A.M., 2002. Nickel laterite processing and electrowinning practice. *Miner. Eng.* 15, 593–605.
- Rodrigues, F.M., 2013. Investigation into the thermal upgrading of nickel ferrous laterite ore, A thesis submitted to the Robert M. Buchan, Department of Mining In conformity with the requirements for The degree of Master of Applied Science Queen's University Kingston, Ontario, Canada (December).
- Setiawan, I. (2016). Pengolahan Nikel Laterit secara Pirometalurgi: Kini dan Penelitian Kedepan, *Prosiding Semnastek (Seminar Nasional Sains dan Teknologi)*, 1 Nov, PP. 1-7
- Subagja, R.A Prasetyo, A. B, & Sari, W. M. (2016). Peningkatan Kadar Nikel dalam Laterit jenis Limonit dengan cara Peletasi, Pemangangan Reduksi dan Pemisahan Magnet Campuran Bijih, Batu Bara, Dan Na₂SO₄ [Upgrading of Nickel Content in The Limonitic Laterite Ores by Pelletizing, Reduction Roasting and Ma Metalurgi, 31 (2)
- T. Watanabe, Sadao, Direct Reduction of Garnierite Ore for Production of Ferronickel with a Rotary Kiln at Nippon Yakin Kogyo Co., Ltd., Oheyama Works, *International Journal of Mineral Processing*, 19 (1987) 173-187.
- Zhu D.Q., Chin Y., Vining K., Hapugoda S, Douglas J., Pan J., dan Zheng G.L., 2012. Upgrading low nickel content laterite ores using selective reduction followed by magnetic separation, *Int. J. Mineral Process*, Vol. 106-109, PP1-7.