

PENINGKATAN KADAR NIKEL (Ni) DAN BESI (Fe) DARI BIJIH NIKEL LATERIT KADAR RENDAH JENIS SAPROLIT UNTUK BAHAN BAKU NICKEL CONTAINING PIG IRON (NCPI/NPI)

Agus Budi Prasetyo dan Puguh Prasetyo

Pusat Penelitian Metalurgi – LIPI

Gedung 470 Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang

E-mail : chencen_abp@yahoo.com, pprasetyo2002@yahoo.com

Intisari

Telah dilakukan percobaan pemanggangan reduksi terhadap bijih nikel laterit kadar rendah jenis saprolit dari Sangaji Halmahera untuk bahan baku pembuatan Nickel Containing Pig Iron (NCPI/NPI). Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui sampai sejauh mana terjadi peningkatan kadar Ni dan Fe dari saprolit kadar rendah dengan kadar 1,27 % Ni dan 9,44 % Fe. Pemanggangan reduksi terhadap pellet saprolit dilakukan dalam muffle furnace. Selanjutnya kalsin hasil reduksi dikonsentrasi menggunakan magnetik separator dengan cara basah untuk mendapatkan konsentrat dan tailing. Kemudian konsentrat dan tailing dianalisa dengan AAS untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kadar Ni dan Fe. Untuk percobaan digunakan variabel temperatur, waktu dan persen reduktor. Diperoleh hasil percobaan optimal pada $T \pm 1100$ °C, bentonit 2 %, waktu pemanggangan 1 jam. dan 12,5 % batubara. Pada konsentrat terjadi peningkatan kadar Ni menjadi 1,97 % dan kadar Fe menjadi 19,10 %. Sedangkan pada tailing terjadi penurunan kadar Ni menjadi 1,02 % dan kadar Fe naik menjadi 11,20 %. Apabila konsentrat dilebur menjadi NCPI/NPI sesuai untuk menjadi SS 300 (stainless steel 300) sedangkan tailing apabila dilebur menjadi NCPI/NPI sesuai untuk menjadi SS 200.

Kata kunci : Laterit kadar rendah, Saprolit, Nikel mengandung bijih besi (NCPI/NPI), Reduksi , Konsentrat, Tailing, Magnetik separator

Abstract

Reduction experiments have been conducted on the ore roasting of low grade nickel laterite saprolite type of Halmahera Sangaji feedstock for the manufacture of Pig Iron Containing Nickel (NCPI / NPI). These experiments are intended to determine the extent of an increase in levels of Ni and Fe from low grade saprolite grading 1,27% Ni and 9,44% Fe. Reduction roasting of pellets made in a Muffle Furnace saprolite. Further reduction results calcine concentrated using a magnetic separator with a wet method to get the concentrate and tailings. Then the concentrate and tailings were analyzed by Atomic Adsorption Spectrophotometry (AAS) to determine how much increased levels of Ni and Fe. For the experiments used a variable temperature, time and percent reducing agent. Optimal experimental results obtained at $T \pm 1100$ °C, 2% bentonite, 1 hour roasting time. and 12,5% coal. At concentrations increased levels to 1.97% Ni and Fe levels to 19.10%. While the levels of Ni tailings decreased to 1.02% and Fe levels rose to 11.20%. If the concentrate is melted into NCPI / NPI according to the SS 300 (stainless steel 300) while the tailings when merged into NCPI / NPI according to the SS 200.

Keywords : Low grade nickel laterite, Saprolite, Nickel Containing Pig Iron (NCPI/NPI), Reduction, Concentrate , Tailing, Magnetic separator

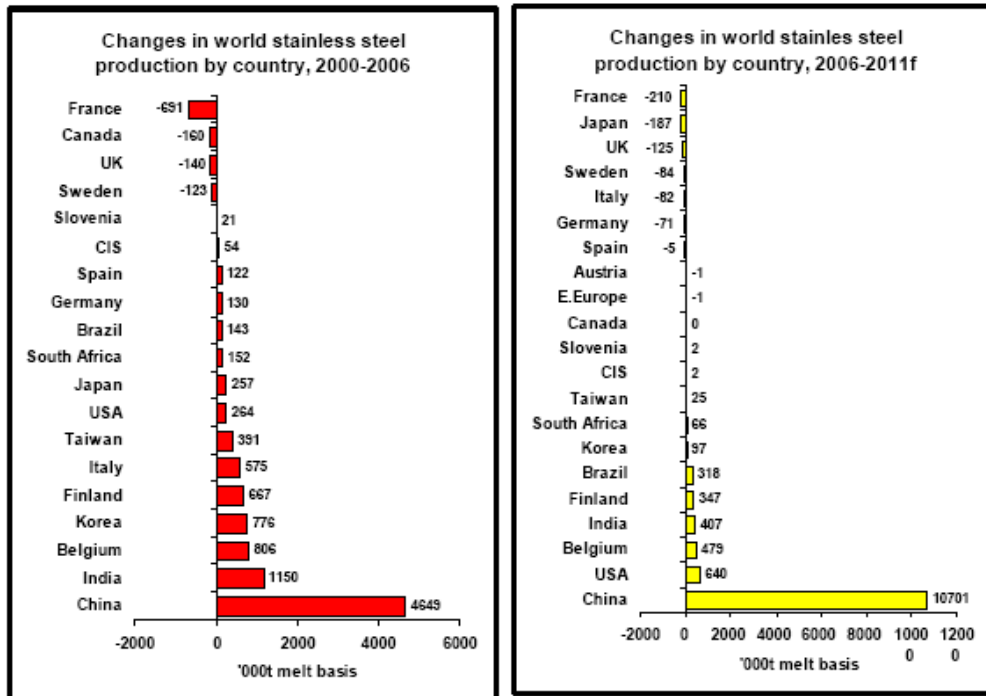
PENDAHULUAN

NCPI/NPI (*Nickel Containing Pig Iron/Nickel Pig Iron*) adalah ferro nikel (FeNi) yang mengandung 1,5 – 25 % Ni (nikel) sedangkan ferro nikel (FeNi) pada umumnya mengandung 20 – 40 % Ni.

NCPI/NPI pertama kali diproduksi di China dari bijih nikel laterit kadar rendah menggunakan *blast furnace* atau *electric arc furnace*. Dari *blast furnace* dihasilkan NCPI/NPI dengan kandungan 1,5 – 8 % Ni

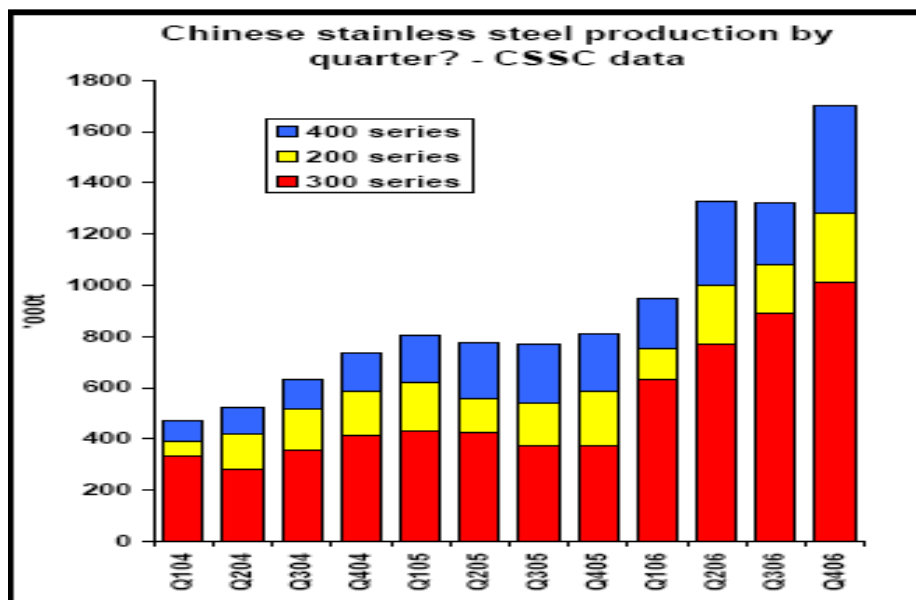
sedangkan dari *electric arc furnace* dihasilkan NCPI/NPI dengan kandungan 10 - 25 Ni %. Selanjutnya NCPI/NPI digunakan sendiri oleh China untuk membuat stainless steel (SS) terutama untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan gambaran tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

Pada umumnya untuk membuat stainless steel (SS) digunakan ferro nikel (FeNi) tetapi China membuat terobosan teknologi membuat stainless steel (SS) dari NCPI/NPI. Pabrik - pabrik stainless steel di China pada umumnya menggunakan NCPI/NPI untuk memproduksi SS 300, dan gambaran tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Source: Macquarie Research, May 2007

Gambar 1. Produksi Stainless Steel (SS) di China dan negara negara lainnya



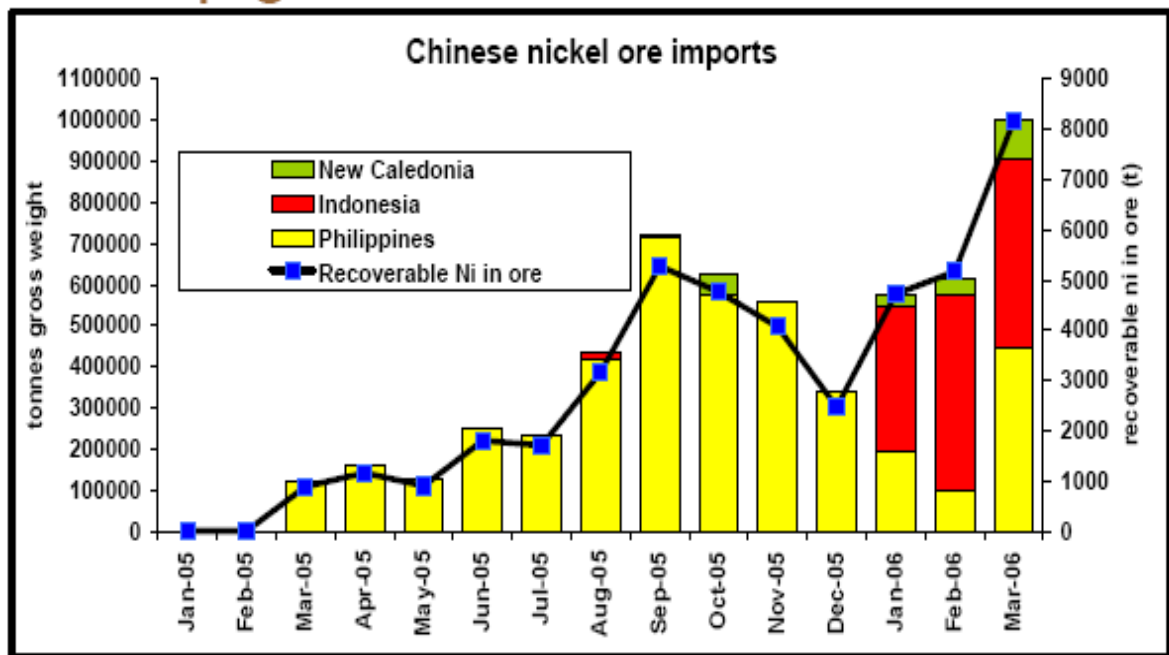
Gambar 2. Produksi Stainless Steel (SS) di China menurut China Stainless Steel Council (CSSC)

Untuk membuat stainless steel (SS) 200 digunakan NCPI/NPI dengan kandungan 1,6 – 1,7 % Ni sedangkan NCPI/NPI dengan kandungan 4 – 5 % Ni digunakan untuk membuat SS 300. Selain SS 200 dan SS 300, China juga memproduksi SS 400. Dimana untuk membuat satu 1 ton NCPI/NPI dengan kandungan 1,6 – 1,7 % Ni untuk SS 200, dibutuhkan tiga 3 ton laterit kadar rendah basah (*wet ore*) dengan kadar rata - rata 1 % Ni dan 1,2 – 1,3 ton kokas. Untuk membuat NCPI/NPI dengan kandungan 4 % Ni untuk SS 300, dibutuhkan lima 5 ton laterit kadar rendah basah (*wet ore*) dengan kadar rata - rata 1,5 % Ni dan kokas rata - rata 1,8 ton. Sedangkan untuk membuat NCPI/NPI dengan kandungan 7 % Ni, dibutuhkan tujuh 7 ton laterit kadar rendah basah (*wet ore*) dengan kadar rata - rata 1,9 % Ni dan kokas rata - rata 2 ton.

Prinsip pembuatan NCPI/NPI sama seperti pembuatan ferro nikel (FeNi), yaitu

pemanggangan reduksi terhadap laterit kadar rendah dengan menggunakan reduktor kokas (di China) selanjutnya hasil pemanggangan reduksi dilebur untuk menghasilkan NCPI/NPI dan slag. Apabila menggunakan teknologi tanur tiup (*blast furnace*) proses pemanggangan reduksi dan peleburan dilakukan dalam satu tanur tiup (*blast furnace*). Apabila menggunakan teknologi *electric arc furnace*, pemanggangan reduksi dilakukan dalam tanur putar (*rotary kiln*) sedangkan untuk peleburan terhadap hasil pemanggangan reduksi dilakukan dalam *electric arc furnace*.

Laterit kadar rendah untuk bahan baku pabrik NCPI/NPI di China diimpor dari Indonesia, Philipina, dan New Caledonia. Banyaknya impor laterit kadar rendah tersebut, dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Source: Chinese Customs, Macquarie Research May 2007

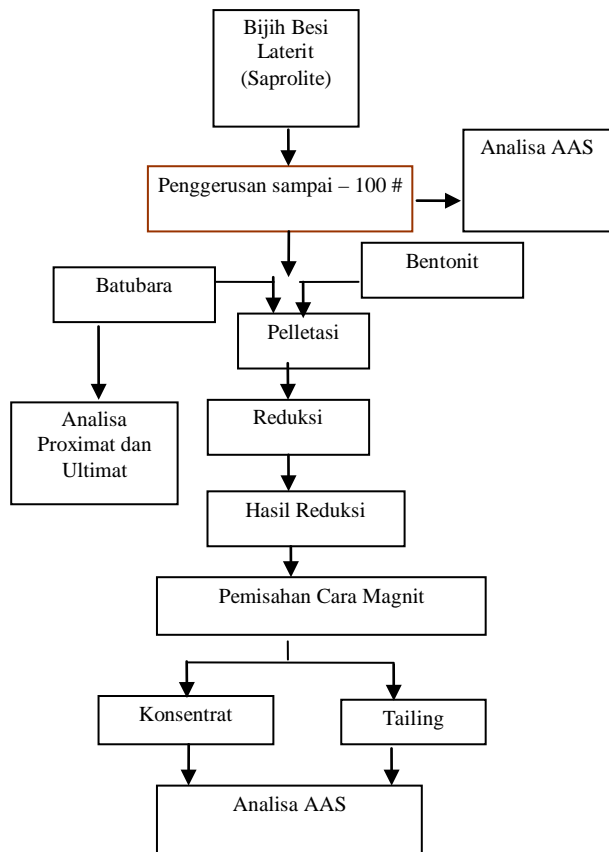
Gambar 3. Impor laterit kadar rendah China dari Philipina, Indonesia, dan New Caledonia

Pada percobaan peningkatan kadar nikel (Ni) dan besi (Fe) terhadap saprolit kadar rendah untuk bahan baku NCPI/NPI, dilakukan pemanggangan reduksi menggunakan reduktor batubara didalam *muffle furnace*. Selanjutnya terhadap hasil pemanggangan reduksi dipisahkan dengan *magnetic separator* cara basah untuk mendapatkan konsentrat dan tailing. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui sampai sejauh mana kandungan nikel (Ni) maupun besi (Fe) (didalam konsentrat dan tailing) sebelum dilebur untuk menghasilkan NCPI/NPI. Apabila memungkinkan untuk menghasilkan NCPI/NPI dilakukan peleburan masing - masing terhadap konsentrat dan tailing.

PROSEDUR PERCOBAAN

Diagram alir percobaan peningkatan kadar Ni (nikel) dan Fe (besi) dari bijih nikel laterit kadar rendah jenis saprolit dan hasil analisa awal saprolit dengan menggunakan *Atomic Adsorption Spectrophotometry* (AAS), dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 1 di bawah ini. Sedangkan untuk reduktor digunakan batubara dari daerah Dong Dang Kalimantan Timur, hasil analisa proximat dan ultimat dari batubara tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Untuk percobaan pemanggangan reduksi dilakukan dengan memanggang ± 100 gram pellet didalam *muffle furnace*. Dimana pellet tersebut adalah saprolit kadar rendah yang telah dicampur dengan batubara. Sedangkan untuk variabel percobaan digunakan perbedaan temperatur, waktu dan jumlah reduktor (% batubara). Pada variabel temperatur digunakan temperatur 900 °C, 950 °C, 1000 °C dan 1100 °C. Untuk variabel waktu reduksi, divariasikan waktu dari 1 jam hingga 3 jam.



Gambar 4. Diagram alir percobaan

Sedangkan variabel jumlah reduktor menggunakan 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15% batubara. Selanjutnya terhadap pelet hasil reduksi (± 85 gram) dilakukan proses pemisahan konsentrasi dengan *magnetic separator* (pemisah magnet) dengan cara basah pada kondisi arus listrik ± 4 A (ampere) dan *voltage* 59 – 60 volt. Sebelum dilakukan proses pemisahan dengan magnet cara basah, terlebih dahulu dilakukan penghalusan terhadap pelet hasil reduksi (± 85 gram) sampai ± 45 mesh kemudian dilarutkan dalam dua liter (2 l) air. Setelah diperoleh larutan selanjutnya dilakukan pemisahan magnetik untuk mendapatkan konsentrat dan tailing. Kemudian masing - masing terhadap konsentrat (85 – 90 % berat pellet hasil reduksi) dan tailing (10 – 15 % berat pellet hasil reduksi) dilakukan analisa dengan menggunakan AAS untuk mengetahui kenaikan kadar nikel (Ni) dan besi (Fe).

Tabel 1. Hasil analisa AAS bijih laterit kadar rendah jenis saprolit

| Parameter (%) | Fe | Ni | Co | Cr | Mg | Ca |
|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Saprolit | 9,44 | 1,27 | 0,017 | 0,022 | 17,45 | 0,024 |

Tabel 2. Hasil analisa proximat dan ultimat batubara dari daerah Dong Dang, Kaltim

| Fixed Carbon | Volatile Matter | Ash | Moisture | Nilai Kalori |
|--------------|-----------------|--------|----------|--------------|
| 33,39% | 43,31% | 13,46% | 9,85% | 5555,14 |

HASIL PERCOBAAN

Pengaruh Temperatur Reduksi

Pada percobaan dengan variabel pengaruh temperatur reduksi dilakukan dari 900 °C hingga 1100 °C dengan menggunakan variabel tetap jumlah reduktor batubara sebesar 10%, jumlah binder bentonit sebanyak 2%, dan waktu pemanggangan selama 1 jam. Konsentrat dan tailing hasil proses konsentrasi kemudian dianalisa dengan menggunakan AAS untuk mengetahui kadar Ni dan Fe. Hasil analisa terhadap konsentrat dan tailing dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Dari hasil analisa terhadap hasil percobaan diperoleh nikel (Ni) dan kadar besi (Fe) paling tinggi pada konsentrat hasil proses reduksi pada temperatur 1000 °C, yaitu 2,22% Ni dan 17,46 % Fe.

Pengaruh Waktu Reduksi

Pada percobaan dengan variabel pengaruh waktu reduksi mulai dari 1 jam hingga 3 jam digunakan variabel tetap jumlah reduktor batubara sebesar 10%, jumlah binder bentonit sebanyak 2%, dan temperatur 1100 °C. Konsentrat dan tailing hasil proses konsentrasi kemudian

dianalisa dengan menggunakan AAS untuk mengetahui kadar Ni dan Fe-nya. Hasil analisa terhadap konsentrat dan tailing dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini. Dari hasil analisa terhadap hasil percobaan diperoleh kadar nikel (Ni) paling tinggi pada konsentrat hasil dengan waktu 1 jam, yaitu 2,68 % Ni.

Pengaruh Jumlah Reduktor

Pada percobaan dengan variabel pengaruh jumlah reduktor batubara dari 7,5 % hingga 15 % berat digunakan variabel tetap jumlah binder sebanyak 2%, waktu reduksi 1 jam, dan temperatur 1100 °C. Konsentrat dan tailing hasil proses konsentrasi kemudian dianalisa dengan menggunakan AAS untuk mengetahui kadar Ni dan Fe-nya. Hasil analisa terhadap konsentrat dan tailing dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Dari hasil percobaan sesuai dengan yang tertera pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar tertinggi Ni dan Fe terjadi pada penggunaan % reduktor sebesar 12,5 % yaitu 1,97 % Ni dan 19,1 % Fe.

Tabel 3. Perbandingan % kadar Ni dan Fe dari konsentrat dan tailing

| Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) | % Kadar Dalam Konsentrat | | | % Kadar Dalam Tailing | |
|-----------------------------------|--------------------------|------|---------|-----------------------|------|
| | Fe | Ni | Fe : Ni | Fe | Ni |
| 900 | 17,3 | 2,16 | 8,01 | 15,69 | 1,86 |
| 950 | 15,86 | 2,04 | 7,77 | 16,71 | 1,95 |
| 1000 | 17,46 | 2,22 | 7,86 | 13,19 | 1,44 |
| 1100 | 13,84 | 1,89 | 7,32 | 19,05 | 1,70 |

Tabel 4. Perbandingan % kadar Ni dan Fe dari konsentrat dan tailing

| Jam | % Kadar Dalam Konsentrat | | | % Kadar Dalam Tailing | |
|-----|--------------------------|------|---------|-----------------------|------|
| | Fe | Ni | Fe : Ni | Fe | Ni |
| 1 | 13,84 | 2,68 | 5,16 | 19,05 | 1,7 |
| 2 | 13,94 | 2,59 | 5,38 | 22,27 | 1,76 |
| 3 | 14,58 | 2,59 | 5,63 | 19,26 | 1,52 |

Tabel 5. Perbandingan % kadar Ni dan Fe dari konsentrat dan tailing

| Reduktor (%) | % Kadar Dalam Konsentrat | | | % Kadar Dalam Tailing | |
|--------------|--------------------------|------|---------|-----------------------|------|
| | Fe | Ni | Fe : Ni | Fe | Ni |
| 7.5 | 16,75 | 1,55 | 10,81 | 13,32 | 0,65 |
| 10 | 14,44 | 0,98 | 14,73 | 13,77 | 0,56 |
| 12.5 | 19,10 | 1,97 | 9,70 | 11,2 | 1,02 |
| 15 | 15,78 | 1,10 | 14,34 | 13,28 | 0,88 |

PEMBAHASAN

NCPI/NPI adalah ferro nikel (FeNi) yang mengandung nikel rendah 1,5 – 25 % Ni sedangkan ferro nikel (FeNi) pada umumnya mengandung 20 – 40 % Ni. Dimana untuk membuat ferro nikel (FeNi) agar ekonomis prinsip utama yang perlu diperhatikan adalah perbandingan antara besi (Fe) dengan nikel (Ni). Semakin rendah perbandingan antara Fe dengan Ni maka semakin murah biaya untuk memproses menjadi ferro nikel (FeNi).

Atas dasar penjelasan diatas maka pada percobaan dengan variabel perbedaan temperatur dipilih $T \pm 1100^{\circ}\text{C}$ untuk tahap pemanggangan reduksi pada variabel selanjutnya. Karena pada $T \pm 1100^{\circ}\text{C}$ seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 diatas pada konsentrat diperoleh perbandingan Fe dengan Ni terendah, yaitu $\text{Fe/Ni} \pm 7,32$. Walaupun pada $T \pm 1100^{\circ}\text{C}$ diperoleh kadar nikel lebih rendah (1,89 % Ni) bila dibandingkan pada $T \pm 1000^{\circ}\text{C}$

(2,22% Ni). Demikian juga hal ini berlaku untuk pemanggangan reduksi dengan variabel waktu dan jumlah reduktor batubara. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5 diatas diperoleh perbandingan Fe dengan Ni terendah ($\text{Fe/Ni} \pm 5,16$) pada waktu pemanggangan 1 jam, dan diperoleh perbandingan Fe dengan Ni terendah ($\text{Fe/Ni} \pm 9,70$) pada penambahan reduktor 12,5 % batubara.

Apabila konsentrat maupun tailing dari hasil percobaan yang optimal ($T \pm 1100^{\circ}\text{C}$, $t \pm 1$ jam, batubara $\pm 12,5\%$, dan bentonit $\pm 2\%$) dilanjutkan dengan peleburan terhadap konsentrat diperkirakan akan dihasilkan NCPI/NPI yang sesuai untuk membuat SS 300, dan SS 200 untuk tailing. Karena didalam konsentrat mengandung 1,97 % Ni dan tailing mengandung 1,02 % Ni. Dengan peleburan terhadap tailing yang mengandung 1,02 % Ni, diperkirakan bisa diperoleh hasil akhir NCPI/NPI dengan kandungan 1,6 – 1,7 % Ni. Demikian juga dengan peleburan

terhadap konsentrat yang mengandung 1,97 % Ni, diperkirakan bisa diperoleh hasil akhir NCPI/NPI dengan kandungan Ni \geq 4 % Ni. Dimana perkiraan ini sesuai dengan persyaratan bahwa untuk membuat SS 200 dibutuhkan NCPI/NPI dengan kandungan 1,6 – 1,7 % Ni. Sedangkan untuk membuat SS 300 dibutuhkan NCPI/NPI dengan kandungan Ni \geq 4 % Ni.

KESIMPULAN

1. Pada pemanggangan reduksi terhadap saprolit kadar rendah diperoleh hasil optimal pada $T \pm 1100$ °C, $t \pm 1$ jam, batubara $\pm 12,5$ %, dan bentonit ± 2 %. Pada kondisi tersebut untuk konsentrat terjadi peningkatan kadar dari 1,27 % Ni dan 9,44 % Fe menjadi 1,97 % Ni dan 19,1 % Fe. Sedangkan untuk tailing terjadi penurunan kadar Ni menjadi 1,02 % Ni dan peningkatan kadar Fe menjadi 11,2 % Fe.
2. Apabila dilakukan peleburan terhadap konsentrat diperkirakan akan dihasilkan NCPI/NPI yang sesuai untuk membuat SS 300. Karena dengan peleburan terhadap konsentrat yang mengandung 1.97 % Ni, diperkirakan bisa diperoleh hasil akhir NCPI/NPI dengan kandungan Ni \geq 4 % Ni.
3. Apabila dilakukan peleburan terhadap tailing diperkirakan akan dihasilkan NCPI/NPI yang sesuai untuk membuat SS 200. Karena dengan peleburan terhadap tailing yang mengandung 1.02 % Ni, diperkirakan bisa diperoleh hasil akhir NCPI/NPI dengan kandungan 1,6 – 1,7 % Ni.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Prasetyo, Agus Budi dkk. 2009. *Pengaruh temperature reduksi dalam proses peningkatan kadar nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada bijih nikel laterit jenis limonit*. Prosiding Seminar Material Metalurgi, Tangerang : Puslit Metalurgi - LIPI.

- [2] Diaz et al. 1993. *Low Temperature Thermal Upgrading Of Lateritic Ores*. U.S : Patent Document, Patent number : 5.178.666.
- [3] Firdiyono, Florentinus. 1996. *Studi perilaku nikel laterit dalam larutan asam*. Prosiding Seminar Material, Tangerang : Puslit Metalurgi - LIPI.
- [4] Firdiyono, Florentinus. Desember 2006. *Penelitian ekstraksi nikel, besi dan magnesium dari larutan dengan larutan asam pada tekanan atmosfer*. Majalah Metalurgi, Vol. 21 No. 2. Tangerang : Puslit Metalurgi – LIPI.
- [5] Lennon, Jim. May 11, 2007. *The Chinese Nickel Outlook And The Role of Nickel Pig Iron*. Presentation to International Nickel Study Group. Macquarie Research Commodities.
- [6] *“Melt Test Using Nuggets Produced by a Pilot Plant”*. April 2007. Skilling’s Mining Review, Vol.96 No.4.
- [7] Rahardjo, Binudi dan Herianto ,Edi. 2008. *Penelitian Pendahuluan Pembuatan Nickel Containing Pig Iron (NCPI)*. Prosiding Seminar Material Metalurgi, Tangerang : Puslit Metalurgi – LIPI.
- [8] R.A. Bergman. June/July 2003. *Nickel production from low-iron laterite ores : Process descriptions*. CIM Bulletin Vol 96, No 1072.
- [9] Y. Wiryokusumo, dkk. 1997. *Pomalaa Ferronickel Smelting Plant of PT Aneka Tambang*. South - East Sulawesi Indonesia, Proceedings of The Nickel-Cobalt 97 International Symposium. Volume III, August 17 – 20, Sudbury, Ontario, Canada.

RIWAYAT PENULIS

Agus Budi Prasetyo, lahir di Klaten 23 Oktober 1982. Lulus S1 dari UPN “Veteran” Yogyakarta tahun 2005. Bekerja sebagai staf peneliti di Pusat Penelitian Metalurgi – LIPI dari tahun 2006 sampai sekarang.