



Pengujian Pengaruh Temperatur dan Waktu Pemanasan Terhadap Nilai Indeks Shatter Pelet Debu Pabrik Feronikel

Bening Nurul Hidayah Kambuna^{1*}

¹Staff pengajar Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia.

*Email Penulis: kambuna.bening@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 29/09/2018
Naskah Direvisi 10/10/2018
Naskah Disetujui 15/10/2018
Naskah Online 17/10/2018

ABSTRAK

Pada proses pengolahan bijih nikel menjadi feronikel dengan teknologi RKEF (*rotary kiln-electric furnace*) dihasilkan debu di *rotary dryer* dan *rotary kiln*. Debu tersebut masih mengandung nikel. Untuk dapat diolah kembali, debu dibuat menjadi pelet dan diumpankan kembali ke *rotary kiln*. Apabila pelet tidak kuat akan menyebabkan pelet tersebut cepat hancur dan kembali menjadi debu di *rotary kiln*. Penelitian ini dilakukan percobaan pengerasan pelet dengan variasi temperatur 800°C, 900°C, 1000°C, 1100°C dan 1200°C dengan variasi waktu selama 15 menit, 30 menit dan 60 menit. Pengujian kekuatan pelet dilakukan dengan metode *Shatter test* yaitu pelet dilakukan penjatuhan dari ketinggian 2 meter sebanyak 4 kali. Selanjutnya sampel dikumpulkan dan diayak pada ayakan ukuran 10mm dan 5mm. Fraksi dari tiap ayakan ditimbang dan dihitung indeks *Shatter* nya terhadap berat awal sampel. Hasil kesimpulan menunjukkan bahwa temperatur mempengaruhi kekuatan pelet sedangkan variasi waktu tidak terlalu signifikan berpengaruh. Hasil pengujian *Shatter* menunjukkan pada ayakan ukuran +10mm nilai indeks *Shatter* paling tinggi terdapat pada proses pemanasan pelet di temperatur 1200°C selama 60 menit yaitu 84,5%.

Kata kunci: Pelet debu pabrik feronikel, Teknologi RKEF, Pengerasan Pelet, Indeks *Shatter*, Ukuran Partikel Feronikel

1. PENDAHULUAN

Proses pengolahan bijih nikel menjadi ferronikel, menghasilkan pula debu pabrik dianggap masih bernilai ekonomis, maka dilakukan pengolahan debu menjadi pellet. Selain itu, pengolahan debu dimaksudkan untuk menghindari pencemaran lingkungan dari proses pengolahan bijih nikel. Pengolahan lebih lanjut dari debu agar bisa sampai masuk pada *rotary kiln* yaitu terlebih dahulu dilakukan pekerjaan di dalam *pan pelletizer* dengan mencampur antara debu, *fine ore* dan air, kemudian hasil akhir adalah pelet yang berbentuk butiran-butiran dengan ukuran yang berbeda-beda. Salah satu masalah yang dihadapi adalah pellet yang terbentuk setelah proses di *pelletizer* kemudian diangkat *belt conveyor* dan bercampur dengan material yang lain masuk ke *rotary kiln*, dan selama dalam perjalanan mengalami benturan sehingga apabila pelet tidak kuat akan menyebabkan cepat hancur dan kembali menjadi debu sampai *rotary kiln* (kamrin, 2013).

Nikel sebagai logam yang bernilai komersial paling banyak digunakan dalam pembuatan *stainless steel* dan paduan temperatur tinggi. Dalam dekade terakhir, peningkatan pesat akan permintaan *stainless steel* telah menyebabkan kenaikan yang signifikan dalam produksi feronikel. Teknologi RKEF (*rotary kiln-electric furnace*) paling banyak digunakan pada pembuatan feronikel karena dapat digunakan untuk mengolah berbagai kandungan nikel dalam bijih nikel laterit. Proses pengolahan bijih nikel menjadi ferronikel menghasilkan debu yang masih bernilai ekonomis, sehingga debu tersebut dikumpulkan dan diaglomerasi menjadi pelet untuk diumpangkan kembali ke dalam *rotary kiln*. Selain itu, pengolahan debu dimaksudkan juga untuk menghindari pencemaran lingkungan dari proses pengolahan bijih nikel. Pengolahan debu sebagai umpan *rotary kiln* disimulasi dengan membuat debu tersebut menjadi pelet menggunakan *rotating disc pelletizer* dimana debu, *fine ore* dan air dicampur. Produk dari *pelletizer* ini adalah pelet yang berbentuk bola dengan ukuran berkisar antara 5 hingga 20 mm. Salah satu masalah yang dihadapi adalah pelet yang terbentuk setelah proses di *pelletizer* belum keras sehingga pada saat diangkat dengan *belt conveyor* dan selama perjalanan mengalami benturan antara satu dengan lainnya menyebabkan pelet tersebut cepat hancur dan kembali menjadi debu sampai *rotary kiln*. Oleh karena itu penelitian dilakukan untuk meningkatkan kekuatan pelet debu pabrik feronikel melalui proses pemanasan. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh pemanasan terhadap kekuatan pelet. Serangkaian percobaan di laboratorium dilakukan untuk mempelajari pengaruh temperatur dan waktu pemanasan terhadap kekuatan pelet.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pirometalurgi Pengolahan Nikel

Pengolahan dan pemurnian bijih nikel laterit dapat dilakukan melalui jalur pirometalurgi dan hidrometalurgi. Umumnya, jalur proses yang digunakan adalah pirometalurgi. Salah satu teknologi proses pirometalurgi adalah teknologi RKEF (*Rotary kiln electric furnace*). Pada teknologi ini, bijih nikel laterit dihilangkan sebagian air di *rotary dryer* misal dari 34% menjadi sekitar 20%. Bijih yang telah dikeringkan kemudian dicampur dengan batubara dan diumpangkan ke dalam *rotary kiln*. Proses kalsinasi di *rotary kiln* untuk menghilangkan kadar air dan kadar air kristal. Sebagian besar nikel sudah tereduksi menjadi nikel logam di *rotary kiln*. Setelah *rotary kiln*, kalsin direduksi lebih lanjut dan dilebur di tanur listrik untuk memisahkan *crude FeNi* dari *slag*. Hampir semua nikel dan sejumlah besar besi direduksi pada tahap ini menjadi paduan feronikel, yang biasanya mengandung sekitar 20% Ni. Selanjutnya feronikel dilakukan pemurnian. Pemurnian dilakukan di *ladle* setelah proses *tapping* feronikel dimana ditambahkan kalsium karbida, soda abu, kapur untuk menghilangkan pengotor.

2.2 Penelitian Sebelumnya Mengenai Pengerasan Pelet dengan Pemanasan

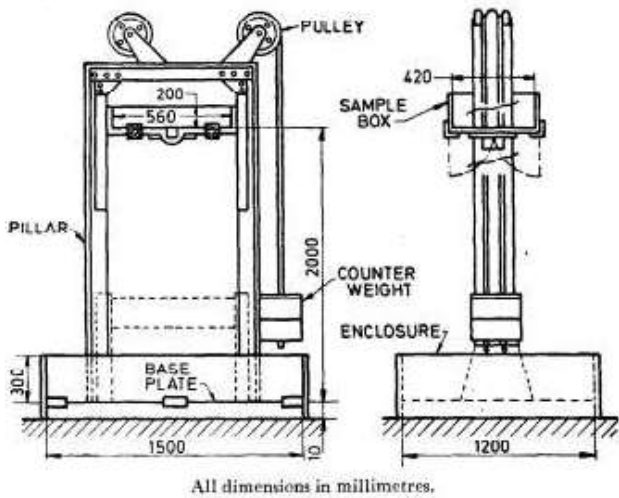
Penelitian mengenai pengerasan pelet dengan pemanasan masih terus dikembangkan di seluruh dunia hingga saat ini. Berikut ringkasan penelitian yang sudah dilakukan :

Pengaruh penambahan karbon dan temperatur *firing* terhadap sifat fisik pelet salah satunya dilakukan oleh peneliti sebelumnya Kekuatan pelet diuji dengan *tumbler index*. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kadar karbon dari *green* pelet pada berbagai temperatur terhadap nilai *tumbler index*. Dengan variasi temperatur pada temperatur 1220°C, 1250°C, 1280°C, 1310°C dan 1330°C dan variasi penambahan karbon adalah 1,3 ;1,2 ;1,0 ;0,9 dan 0,7% pada masing-masing temperatur. Nilai kekuatan berubah akibat perbedaan temperatur. Nilai kekuatan menurun akibat ikatan fasa mengalami penyusutan dan selama pendinginan menyebabkan *crack* atau retak. Retak tersebut yang menyebabkan penurunan kekuatan pelet. Hal ini dapat disimpulkan bahwa temperatur mempengaruhi kekuatan pelet. (Umadevi, dkk 2013).

2.3 Pengujian Shatter Test

Metode yang digunakan untuk menentukan indeks *Shatter* dari pelet pada penelitian ini mengacu pada standar india IS 9963-1981. Standar ini merupakan salah satu standar yang metode untuk menunjukkan perilaku bijih besi, sinter dan pelet setelah jadi umpan di *blast furnace*. Standar ini secara spesifik merupakan

metode untuk menentukan ketahanan bijih besi, sinter dan pelet setelah jatuh bebas. Ketahanan agar tidak hancur ditunjukkan sampel selama jatuh bebas. Hal tersebut ditentukan dengan jumlah sampel yang masih tersisa pada ukuran tertentu. Skematik gambar alat *Shatter test* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skematik Shatter Test

lebih. Pada penelitian ini dilakukan 4 kali penjatuhan. Selanjutnya sampel dikumpulkan dan di ayak pada ayakan ukuran 10mm (Gambar 4) dan 5mm (Gambar 5). Fraksi dari tiap ayakan ditimbang dan dihitung indeks *Shatter* nya terhadap berat awal sampel. Jika perbedaan antara total berat di fraksi dan berat dari sampel sebelum diuji lebih dari 1 % masa sampel sebelum di uji, sampel tidak layak dan dilakukan pengujian ulang sampel baru. Indeks *Shatter* (SI) merupakan persentase material sisa pada ayakan ukuran 10mm dan 5 mm.



Gambar 2. Pelat Baja

3. METODOLOGI PENELITIAN

Percobaan pengerasan pelet dilakukan variasi temperatur pada temperatur 800°C, 900°C, 1000°C, 1100°C dan 1200°C dengan variasi waktu selama 15 menit, 30 menit dan 60 menit. Pengujian kekerasan mengikuti prinsip pengujian *shatter test*.

- Prinsip pengujian:

Sampel dari sinter, bijih atau pelet dengan berat dan ukuran tertentu ditempatkan di wadah yang dapat diangkat tinggi hingga 2 m dan dijatuhkan di atas pelat besi.

- Sampel:

Sampel yang diuji sekitar 20 gram beratnya dan ukuran pelet sekitar 14 mm sampai 16 mm. Sampel didinginkan pada temperatur 130°C di *oven* pengering.

- Alat yang digunakan:

Pelat dasar dari pengujian ini terbuat dari baja berukuran tebal 50mm atau lebih, lebar 390mm dan panjang 440 (Gambar 2) dan bagian luarnya dikelilingi penutup dengan tinggi 100 mm (Gambar 3).

- Prosedur:

Sampel berada pada ketinggian 2 m dari pelat baja. Bagian bawah berupa pelat yang harus bisa dijatuhkan untuk mengumpulkan sampel yang berhamburan. Pengumpulan sampel diisi kembali ke kontainer pengisian sampel dan dilakukan sebanyak 3 kali atau



Gambar 3. Frame Pelat Baja Tampak Atas



Gambar 4. Ayakan Ukuran 10mm



Gambar 5. Ayakan Ukuran 5mm

perhitungan berat didapatkan data seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian shatter test

Temperatur (°C)	t menit	Berat awal (gram)	Oversize +10mm (gram)	Oversize +10mm-5mm	Under size -5mm	SI (Shatter indek)
800	15	20,8	0	11,9	8,9	0
900	15	20,7	1,52	13,46	5,72	7,34
1000	15	19,41	2	11,34	6,07	10,30
1100	15	20,72	14,36	5,28	1,08	69,30
1200	15	17,56	17,56	0	0,2	98,86
800	30	17,98	0	11,47	6,51	0
900	30	20,15	1,36	13,04	5,75	6,75
1000	30	19,2	6,31	9,68	3,21	32,86
1100	30	20,34	17,29	2,77	0,28	85,00
1200	30	17,08	13,95	3,09	0,04	81,67
800	60	20,88	0	6,07	12,22	0
900	60	21,67	2,4	9,31	10,26	11,07
1000	60	21,85	8,68	8,76	4,79	39,73
1100	60	21,14	17,23	3,02	2,15	81,50
1200	60	11,71	9,9	1,81	0	84,54

Sumber: analisa laboratorium

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Terhadap Sifat Pelet Indeks Shatter +5mm

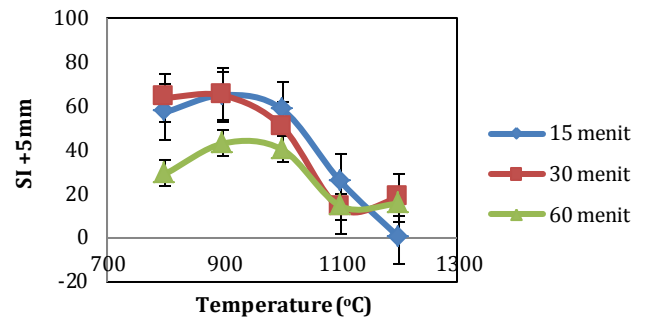
Pelet debu pabrik feronikel yang telah mengalami proses pemanasan dikeluarkan dari tanur lalu dilihat penampakan fisiknya dan didokumentasikan. Pada Gambar 6 dapat dilihat pada tiap temperatur terjadi perubahan fisik pada permukaan sampel. Semakin tinggi temperatur, terlihat sampel pelet semakin terang dibandingkan sebelum dilakukan pemanasan, dan semakin tinggi temperatur pemanasan semakin muncul retak yang disertai dengan penyusutan pada penampakan fisiknya, terutama pada temperatur lebih dari 1200°C.



Gambar 6. Penampakan Sampel Pelet Debu Pabrik Feronikel Dengan Variasi Temperatur Waktu=60 menit

Pemanasan pelet debu pabrik feronikel diproses pada temperatur sekitar 900°C. Oleh karena itu, variasi temperatur dilakukan dari temperatur 800°C, 900°C, 1000°C, 1100°C hingga 1200°C untuk melihat perilaku perubahan kualitas pelet pada beberapa variasi temperatur. Waktu pemanasan dilakukan dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit dan 60 menit untuk melihat apakah waktu pemanasan mempengaruhi kualitas pelet. Untuk hasil penampakan fisik, pengaruh variasi waktu pemanasan tidak terlalu berpengaruh karena penampakan fisik pelet hasil pemanasan hampir sama. Untuk hasil penelitian berdasarkan

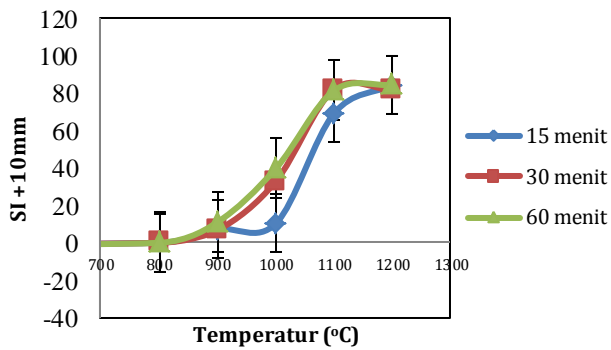
Pada penelitian ini divariasikan temperatur pemanasan pelet dari 800°C, 900°C, 1000°C, 1100°C dan 1200°C. Pada penelitian ini dilihat hasil kekerasan pellet dengan melihat persen indeks Shatter. Hasil percobaan uji Shatter untuk variasi temperatur dan waktu dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Kekuatan pelet dipengaruhi oleh temperatur berdasarkan metode indeks Shatter.



Gambar 7. Pengaruh Temperatur dan Waktu Terhadap Indeks Shatter +5mm

4.2 Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Terhadap Sifat Pelet Indeks Shatter 10 mm

Pada pengujian indeks Shatter, pengayakan dilakukan pada ayakan +10mm dan -10mm+5mm. Nilai indeks Shatter +5mm ini didapat dengan mengukur berat sampel yang tersisa hasil pengujian pada ayakan ukuran -10mm+5mm. Pada indeks Shatter +5mm dilihat bahwa pada temperatur 800°C dan 900°C masih terdapat banyak pelet yang berukuran ukuran +5mm. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak pelet yang mudah pecah. Sedangkan pada temperatur lebih dari 1000°C. Pelet sisa pada ukuran ini lebih sedikit karena lebih banyak pelet sisa yang berukuran +10mm.



Gambar 8. Pengaruh Temperatur dan Waktu Terhadap Indeks Shatter +10mm

Hasil pengujian *Shatter* test menunjukkan pada ayakan ukuran +10mm nilai indeks *Shatter* paling tinggi terdapat pada pelet yang dipanaskan di 1200°C selama 60 menit yaitu 84,5%. Variasi waktu tidak terlalu signifikan mempengaruhi hasil indeks *Shatter*. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa indeks *Shatter* ditentukan oleh variasi temperatur. Pada ukuran ayakan ini, fraksi yang tersisa paling banyak pada pelet terdapat pada temperatur 1200°C. Merujuk kepada syarat indeks *Shatter*, bahwa perbedaan berat total fraksi tidak boleh lebih dari 1%, maka percobaan yang memenuhi syarat indeks *Shatter* adalah pemanasan 1200°C selama 60 menit karena selisihnya nol (<1%). Hal ini menunjukkan bahwa pelet cukup kuat untuk dimasukkan kembali ke *rotary kiln*.

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pelet lebih kuat pada temperatur lebih dari 1000°C. Hasil pengaruh variasi waktu, nilai indeks *Shatter* tidak terlalu signifikan cenderung menghasilkan pola grafik yang hampir sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa kekuatan pelet tidak dipengaruhi oleh waktu pemanasan tetapi dipengaruhi oleh temperatur.

5. PERHITUNGAN INDEKS SHATTER

Cara menghitung indeks shatter mengikuti persamaan dibawah ini, didasari pada standar india IS 9963-1981, yaitu:

$$\frac{SI}{(+10)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

$$\frac{SI}{(+5)} = \frac{W_3}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

W_1 = Berat awal sampel

W_2 = Berat sisa sampel pada ayakan +10mm mesh

W_3 = Berat sisa sampel pada ayakan +5mm mesh

6. KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian percobaan dan pembahasan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa temperatur mempengaruhi kekuatan pelet sedangkan waktu tidak terlalu signifikan berpengaruh. Hasil pengujian *Shatter* menunjukkan pada ayakan ukuran +10mm nilai indeks *Shatter* paling tinggi terdapat pada proses pemanasan pelet ditemperatur 1200°C selama 60 menit yaitu 84,5%.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Aulia Taufik. 2015. *Studi Reduksi Bijih Nikel Limonit Dengan Reduktor Batubara Pada Temperatur 1000-1400°C Dan Pengaruh Penambahan Cao, Cacl₂, Boraks pada Temperatur 1350°C*, Institut Teknologi Bandung.
- Baghel, Himanshu. 2012. *Reduction and Swelling Behaviour of Fired Iron Ore Pellets*, Metallurgical and Material Engineering, National Institute of Technology, Rorkuela.
- Biswas, A.K. 1981. *Principles of Blast Furnace Iron Making*, Australia Cootha Publishing House.
- Geological Survey. 2015 : *Mineral Comodity Summaries*, Geological Survey.
- Gupta, R.C. 2010 : *Theory and Laboratory Experiments in Ferrous Metallurgy*, New Delhi: phi learning private limited.
- Huang, D., Zhang, J., Mao, R., & Cao, M. 2011. *Thermal Behaviour and Growth of Reduced Ferronickel in Carbon-laterite Composites*, Rare Metals, pp. 681-687.
- Indian Standard. 1981 IS 9963-1981. *Determination of Shatter Index of Iron Ore Lumps, Sinters and Pellets*. Indian Standards Institution, Ores and Raw Material Sectional Committee, SMDC 16.
- Iqbal, Muhammad. 2013. *Kerja Praktek PT.antam (Persero) TBK UPN Sultra*, Universitas Indonesia, Depok, Laporan Kerja Praktek.
- Kamrin, Sufriadin, Tonggiroh, Adi. 2013. *Optimalisasi Ukuran Pelet Pada Pan Pelletizer PT.Antam TBK UBPN Pomalaa*, Geosains, vol. 9, no. 1, pp. 107-114
- Li, Qian., Wei, Yonggang., Li, Bo., Zhou, Shiwei., Wang, Hua., Ma, Baozhong., Wang, Chengyan. Maret 2015. *Phase Transformation in Magnesium-rich Nickel Oxide Ore after*, TMS (The mineral, metal, material society), pp. 297-303.
- Lu, Xuewei., Guo, Enguang., Yuan, Qiugang., Pan, Cheng., Liu, Mei. 2013. *New Methode To Produce FeNi Nuggets From Low Grade Ore by Semi Molten Reduction*. The Thirteenth International Ferroalloys Congress Efficient Technologies In Ferroalloy Industry. Vol.13, pp.223-228.
- Meyer, Kurt. 1980. *Peletizing of Iron Ores*. New York, German, Springer-Verlag Berlin Heiderlberg.
- Rodrigues, Filipe Manuel. 2013. *Investigation Into The Thermal Upgrading of Nickeliferous*, Queen's University, Canada, Master Thesis.
- Umadevi, Tekkalakote., Desai, Sangamesh., Chandra, Pradipta., Naveen, Mahapatra., Lobo, Frank. Maret 2013. *Optimization of Firing Temperature for Hematite Pellets*, ISIJ International, vol. 53, no. 9, pp. 1673-1682.