KAJIAN PENINGKATAN PRODUKSI BESI DENGAN TEKNOLOGI MINI BLAST FURNACE UNTUK EFISIENSI ENERGI BAGI PENAMBANG KECIL DAN MENENGAH

Study on Increasing Iron Production With Mini Blast Technology Furnace For Energy Efficiency For Small And Medium Miners

Rudy Surya Sitorus

Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi dan Industri Kimia
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Gedung 625, Kawasan Puspiptek, Kota Tangerang Selatan 15314
Email: rudy.surya@bppt.go.id

Diterima: 17 April 2016; Diperiksa: 5 Mei 2016; Revisi: 22 Mei 2016; Disetujui: 6 Juni 2016

Abstract

Indonesia is a country with rich in natural resources, including iron ore which are scattered in several islands in Indonesia. However, these conditions have not been able to make Indonesia to produce enough raw materials to meet the needs of its domestic steel industry. This study aims to introduce a mini blast furnace technology which is expected to provide a solution to the problems of small- and medium scale miners of iron ore in Indonesia for further processing iron ore into steel industrial raw materials. Mini blast furnace is a technology that can be developed with a mini production principle which is expected to be appropriate with the conditions of small- and medium scale iron ore miners in Indonesia. This is related to the application of Law and Government Regulation of mineral and coal, which ban the export of minerals and coal mines.

Keywords: *iron ore, mini blast furnace, iron making*

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, diantaranya bijih besi yang tersebar di beberapa kepulauan di Indonesia. Namun dengan kondisi seperti ini, belum dapat membuat Indonesia mampu menghasilkan bahan baku yang cukup untuk memenuhi kebutuhan industri baja nasionalnya. Kajian ini bertujuan untuk mengenalkan teknologi mini blast furnace yang diharapkan dapat memberikan solusi terhadap persoalan penambang bijih besi skala kecil dan menengah di Indonesia untuk mengolah lebih lanjut bijih besinya menjadi bahan baku industri baja. Mini blast furnace merupakan teknologi yang dapat dikembangkan dengan prinsip mini production sehingga diharapkan akan sesuai dengan kondisi penambang bijih besi skala kecil dan menengah di Indonesia. Hal ini terkait dengan penerapan Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah tentang minerba, yaitu larangan ekspor hasil tambang mineral dan batubara.

Kata kunci: *bijih besi, mini blast furnace, iron making*

1. PENDAHULUAN

Konsumsi akan baja terus menunjukkan peningkatan setiap tahunnya di Indonesia, hal ini pun mendorong meningkatnya produksi baja didalam negeri.

Dari Tabel 1 diproyeksikan bahwa mulai tahun 2014 disetiap tahunnya sampai 2019 permintaan akan baja atau konsumsi baja di dalam negeri masih sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dari masih tingginya GAP di tahun 2014-2019. Tingginya GAP tersebut masih dapat diisi oleh para penambang kecil dan menengah.

Walaupun permintaan baja yang sangat tinggi didalam negeri, namun jika dilihat dari gambar 1 dapat dikatakan bahwa konsumsi baja di dalam negeri masih sangat kecil bila dibandingkan dengan negara ASEAN, Asia dan Dunia.

Pemerintah telah membuat proyeksi konsumsi baja Indonesia hingga tahun 2025, dimana pada

tahun tersebut konsumsi baja Indonesia diperkirakan sebanyak 30 juta ton. Untuk mencapai kebutuhan tersebut selain melakukan impor, Indonesia juga harus meningkatkan produksi baja di dalam negeri yang tentunya akan membutuhkan bahan baku yang cukup banyak. Diharapkan bahan baku ini sebagian besar dapat di pasok dari industri dalam negeri agar sejalan dengan penerapan Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah tentang Minerba.

Permasalahan yang ada terkait pasokan bahan baku untuk industri baja yang akan dikembangkan di Indonesia, sesuai proyeksi pemerintah tersebut diatas, adalah kurangnya pasokan bahan baku (*pig iron / sponge iron*) karena belum berkembangnya industri penghasil bahan baku baja di dalam negeri. Kendala yang ada selama ini adalah karena banyak penambang bijih besi mengekspor langsung bijih besinya keluar negeri

tanpa proses pengolahan lebih lanjut. Selain itu banyak penambang yang memiliki skala usaha kecil dan menengah sehingga mengalami kesulitan untuk mengolah bijih besinya untuk menjadi bahan baku industri baja (*pig iron / sponge iron*) baik karena alasan skala ekonomis maupun penguasaan teknologi *smelter*-nya.

Tabel 1. Tabel Produksi dan Konsumsi Baja Indonesia

Uraian	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Proyeksi Produksi (Scrap)	3.708	3.708	3.708	3.819	3.819	3.819
Proyeksi Produksi (Sponge Iron)	3.296	3.296	3.296	3.395	3.395	3.395
Proyeksi Total Produksi	7.004	7.004	7.004	7.214	7.214	7.214
Proyeksi Konsumsi	15.659	16.599	17.595	18.651	19.770	20.956
GAP	8.655	9.595	10.591	11.437	12.556	13.742
Uraian	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Proyeksi Produksi (Scrap)	3.934	3.934	3.934	4.052	4.052	4.052
Proyeksi Produksi (Sponge Iron)	3.497	3.497	3.497	3.707	3.707	3.707
Proyeksi Total Produksi	7.431	7.431	7.431	7.758	7.758	7.758
Proyeksi Konsumsi	22.213	23.546	24.959	26.456	28.044	29.726
GAP	14.783	16.116	17.528	18.698	20.285	21.968

Sumber: Profil Industri Baja Kemenprind, 2014

Dengan diterapkannya Undang-Undang (UU) No. 4 tahun 2009 tentang mineral dan batubara (minerba), dan dikeluarkannya dua peraturan pemerintah (PP) yaitu PP No. 1 tahun 2014 dan PerMen ESDM No 1 tahun 2014 tentang kriteria peningkatan nilai tambah dari hasil tambang mineral dan batubara, maka secara tidak langsung mengharuskan hasil tambang bijih besi harus diolah lebih lanjut sebelum diekspor atau digunakan untuk bahan baku besi baja di dalam negeri.

Gambar 1. Konsumsi Baja per Kapita Kawasan ASEAN dan Asia Pasifik (World Steel Association, 2014)

Tujuan penulisan ini adalah untuk mengenalkan teknologi *mini blast furnace* yang diharapkan dapat memberikan solusi terhadap persoalan penambang bijih besi skala kecil dan menengah terkait penerapan UU No.4/2009, PP No 1/2014 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara dan Permen ESDM No.1/2014.

Tabel 2. Sumberdaya Terukur dan Cadangan Terbukti tahun 2013

No	Komoditi	Bijih	
		Sumber Daya Terukur	Cadangan Terbukti
1	Besi Laterit	731,058,436	307,408,434
2	Besi Primer	268,268,464	28,215,547
3	Pasir Besi	1,221,820,407	30,502,419

Sumber: Laporan pemuktahiran Data dan Neraca Sumber Daya Mineral, Kementrian ESDM T.A2013

Tabel 3. Daftar Perusahaan Tambang Bijih Besi Di Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat Tahun 2013

NO	Nama Perusahaan	Jumlah Produksi (MT)	Lokasi
1	PT. Bumi Surya Krana	120000	Koto Park Gadang Dateh
2	PT. Royalti Mineral Bumi	60000	Sungai Pagu
3	PT. Persada Indo Tambang	40000	Sangir Balai Janggo

Sumber: Pemerintah Kabupaten Solok Selatan, SumBar

Tabel 3 adalah sebagian contoh perusahaan tambang bijih besi kecil dan menengah yang belum memiliki *smelter*.

Dengan pemanfaatan teknologi *mini blast furnace*, diharapkan perusahaan penambang skala kecil dan menengah mampu membangun *smelter* dan dapat membantu pemerintah dalam memproduksi bahan baku industri baja (*pig iron / sponge iron*) karena lebih efisiensi enegi yang digunakan.

2. BAHAN DAN METODE

Metode kajian yang digunakan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

Gambar 3. Metode Penulisan

Gambar 2. Proyeksi Konsumsi dan produksi Baja Nasional (BPKM 2014)

Studi ini diawali dari identifikasi masalah yang terjadi saat ini. Selanjutnya dilakukan pengumpulan studi pustaka dan pengumpulan data yang mendukung penyelesaian suatu masalah tersebut. Pengkajian ini bersifat *desk research*, dilakukan dengan cara mencari literatur dari berbagai buku, media internet, jurnal dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan. melakukan penelusuran pustaka berbagai hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan dan hasil kajian terkini mengenai teknologi smelter yang sesuai untuk dapat digunakan oleh para penambang kecil dan menengah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Bahan Baku yang Digunakan dalam Mini Blast Furnace

3.1.1. Bijih Besi (Iron Ore)

Bijih besi merupakan bahan pokok dari *mini blast furnace*. Ukuran bijih besi yang diizinkan untuk masuk ke dalam *blast furnace* adalah 10-50 mm². Dimana awalnya masih berupa bongkahan bebatuan.

Gambar 4. Mineral Besi

Sumber: Direktorat Jendral Mineral dan Batubara, 2013

Dengan menggunakan *grinder mill* seperti *ball mill* atau *road mill*, bongkahan bijih besi dibuat menjadi lebih kecil dengan ukuran tertentu. Dengan syarat komposisi bijih besi tersebut harus lebih besar dari 60%.

3.1.2. Batu Kapur

Fungsi dari batu kapur adalah untuk mengikat bahan-bahan yang ikut tercampur dalam cairan besi untuk menjadikan terak. Dengan adanya terak yang terletak di permukaan cairan besi ini, terjadinya oksidasi oleh udara dapat dihindari. Sebagai bahan tambahan biasanya digunakan batu kapur (CaCO₃) murni, atau dolomit yang merupakan campuran dari CaCO₃ dan MgCO₃.

Gambar 5. Batu Kapur

3.1.3. Kokas

Kokas merupakan batuan yang berasal dari batubara yang telah di proses, didestilasikan secara kering dan mengandung belerang yang sangat rendah sekali. Kokas dapat digunakan dalam proses *blast furnace* sebagai bahan bakar, atau dapat juga digunakan arang kayu atau antrasit. Kokas digunakan sebagai bahan bakar, menurut reaksi berikut:

dimana gas CO dan CO₂ tersebut akan mereduksi bijih besi.

Gambar 6. Kokas di dalam tungku (energy todaycom, 2013)

3.1.4. Udara Panas

Udara panas dapat digunakan untuk mengadakan pembakaran dengan bahan bakar menjadi CO₂ dan gas CO guna menimbulkan panas, juga untuk mereduksi bijih-bijih besi. Udara panas dihembuskan dengan maksud agar terjadi pembakaran sempurna, hingga kebutuhan kokas berkurang. Pemanasan udara dilakukan pada dapur pemanas.

Tabel 4. Spesifikasi Bahan Asupan Dalam Blast Furnace

Bahan Baku	Spesifikasi
Bijih besi:	
Lup Ore	Fe > 65%, 5-16 mm
Sinter	Fe > 60%, 5-50 mm
Pellet	Fe > 65%, 8-16 mm
Kokas:	C > 82%, 5 – 60 mm
Flux:	
Batu kapur	CaO + MgO > 45% SiO ₂ + Al ₂ O ₃ < 3%
Dolomite	CaO + MgO > 45% SiO ₂ + Al ₂ O ₃ < 3%

Sumber : Ratubilqis, 2009

3.2. Tahapan Proses Produksi di Dalam Mini Blast Furnace

Proses produksi di dalam mini blast furnace meliputi 4 tahap, yaitu:

- Proses Pemasukan Muatan (*Charging*)
Proses pemasukan muatan terdiri atas bahan bakar seperti kokas, bijih besi (bahan baku) dan bahan tambah yaitu berupa batu kapur.
- Proses Reduksi
Proses reduksi yang terjadi yaitu Oksida arang C(O) dan kokas serta zat arang C mereduksi oksida besi. Proses ini terjadi sangat cepat. Pada proses reduksi semua kondisi operasi terjadi pada tekanan atmosferik. Proses reduksi tersebut terbagi menjadi 3 daerah, yaitu:
 - Daerah pengeringan
Daerah pengeringan adalah daerah paling

atas yang terdapat gas CO₂. Berlangsung pada suhu 105°C untuk menguapkan air dengan menggunakan udara panas

- Daerah Reduksi
Kondisi awal reduksi dimulai pada suhu 400°C. Daerah reduksi adalah daerah dimana muatan dari masukan akan mulai melebur dan bergerak kebawah mendekati daerah pencairan. Reduksi sempurna terjadi pada temperatur 700-800°C
- Daerah Pencairan
Daerah pencairan adalah daerah dimana besi telah tereduksi secara sempurna. Terjadi pada temperature 900°C
- Proses Pencairan
Proses pencairan di dalam *blast furnace* ini terjadi pada temperatur lebih dari 1000°C dan tekanan atmosferik. Proses pencairan berasal dari muatan yang berisi kokas atau batubara, biji besi dan batu kapur dengan menggunakan udara panas, setelah mengalami pemanasan maka bergerak kebawah. Dalam perjalanan dari atas ke bawah mengalami proses reduksi sebelum mengalami pencairan.
- Hasil Produksi *Blast Furnace*
Hasil produksi dari *blast furnace* adalah besi kasar sebagai bahan dasar pembuatan baja, kotoran pembakaran (*ash*, dll), Gas buang (CO₂)

Gambar 7. Skematik Irob Blast Furnace, Tanur Tiup Besi Dan Reaksi Kimia Sumber: ardra, 2017

Jika kandungan Fe di dalam bijih besi tidak memenuhi persyaratan yang ada, maka diperlukan suatu proses benefisiasi untuk

meningkatkan kadar Fe di dalam bijih besi. Adapun alur proses benefisiasi tersebut dapat dilihat dari Gambar 7.

Gambar 8. Diagram alir Proses peningkatan Kadar Fe dengan bijih *low grade* Sumber: Pusat Penelitian Metalurgi (P2M) LIPI, Edi Heriyanto, 2008

3.3. Produk Akhir Keluaran dari *Mini Blast Furnace*

Terdapat tiga macam produk hasil keluaran dari *mini blast furnace*, yaitu:

- Besi kasar cair
Biasanya dikeluarkan setiap 4-6 jam, mengalir ke dalam cetakan-cetakan. Berdasarkan sifatnya, Pemanasan dilakukan dengan menggunakan udara panas, besi kasar dibagi menjadi dua golongan, yaitu:
 - Besi kasar putih
Mengandung 5-30% Mangan (Mn) dan 3-5% karbon (C). Dan titik cairnya pada suhu 1000-1300°C.
 - Besi kasar kelabu
Mengandung 1-3% Si dan karbon (C) 3%. Adanya Si ini akan mengakibatkan warna kelabu. Dan titik cairnya pada suhu 1300°C. Pada produk akhir proses ini diperoleh besi dalam bentuk *pig iron* atau *molten iron* dengan kadar Fe $\pm$ 96%.
- Kotoran Pembakaran
Pada waktu besi kasar mencair, diatas permukaan besi kasar itu terapung kotoran pembakar / terak ($BD\ 2,5 - 3\ kg/dm^3$). Kotoran itu dibuang melalui saluran terak yang berada 0,5 m dibawah pipa peniup. Terak warnanya putih, abu-abu, putih kebiruan atau hijau menunjukkan adanya persenyawaan besi.
- Gas
Adapun gas-gas yang mungkin dihasilkan dari proses *blast furnace* adalah sebagai berikut:
 - a. 55-60% volume zat arang (C)
 - b. 24-30% volume oksida arang (CO)
 - c. 8-12% volume dioksida arang (CO₂)

Gas-gas tersebut juga dapat dimanfaatkan sebagai pemanas dan penggerak motor sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan.

Mekanisme yang terjadi dengan menggunakan teknologi *blast furnace* ini adalah *indirect reduction* (reduksi tidak langsung). Pada sistem *blast furnace* juga yang terjadi adalah *semi continues*. Dimana proses *charging* yang terjadi secara kontinyu sedangkan proses pemisahan *pig iron* dengan slag terjadi secara *batch*.

Mini blast furnace memiliki keunggulan dari sisi produk akhir dengan kadar Fe yang tinggi dan produksi yang kecil, yang dapat dimanfaatkan untuk penambang kecil dan menengah. Kapasitas *mini blast furnace* yaitu 50.000 – 300.000 ton per tahun. Teknologi ini cocok untuk daerah yang melimpah akan sumber bahan bakunya. *Mini Blast furnace* adalah teknologi pertama untuk pengolahan biji besi di dalam tungku atau tanur tempat proses pembakaran bijih besi (*iron ore*) menjadi besi kasar melalui proses ekstraksi dari logam-logam dan zat lain yang ikut melebur bersama pada suhu 300- 1800°C, seperti Karbon (C), Mangan (Mn), Silicon (Si), Nikel (Ni), Fosfor (P), dan Belerang (S), dengan menggunakan gas CO dari bahan bakar (kokas) yang akan mereduksi ion oksida besi.

Gambar 8. Penampilan Unit Blast Furnace Sumber :https://en.wikipedia.org/wiki/Blast_furnace

Menurut Satya Graha Somantri, anggota Dewan PERHAPI dalam Majalah Tambang yang terbit tanggal 3 Agustus 2009, saat ini sudah banyak ditemukan dan dikembangkan teknologi yang murah dan *fleksibel* untuk industri pengolahan dan pemurnian hasil pertambangan. Sebagai contoh adalah teknologi *mini blast furnace* untuk peleburan dan pengolahan nikel dan bijih besi. *Mini blast furnace* ini telah banyak dibangun di China. Biaya investasi yang dibutuhkan sekitar US\$20 – 30 juta, dengan kapasitas mencapai 100.000 – 300.000 ton per tahun. Dari informasi ini dapat dikatakan bahwa teknologi ini sangat besar peluangnya untuk dapat diadopsi dan diterapkan pada penambang skala kecil dan menengah di Indonesia. Jika investasi tersebut masih dianggap relatif mahal bila dibangun oleh satu perusahaan penambang kecil dan menengah saja, maka beberapa diantara mereka yang memiliki lokasi penambangan relatif berdekatan dapat melakukan

investasi bersama untuk membangun mini *smelter* ini. Dalam hal ini pemerintah juga diharapkan dapat memberikan bantuan berupa kredit murah untuk realisasi investasi ini, sehingga bijih besi dapat diolah lebih lanjut untuk meningkatkan nilai tambah di dalam negeri sesuai yang diamanatkan dalam UU dan PP / PerMen terkait Minerba yang telah disebutkan diatas, dan juga pengolahan lebih lanjut ini akan menciptakan lapangan kerja serta terciptanya pendalaman struktur industri baja di Indonesia.

4. KESIMPULAN

Dari penulisan makalah ini dapat disimpulkan Jumlah produksi dan konsumsi besi dan baja di Indonesia masih jauh tertinggal dari beberapa negara di kawasan ASEAN.

Dalam pengolahan bijih besi menjadi bahan baku baja, teknologi *mini blast furnace* dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kapasitas produksi, khususnya para penambang kecil dan menengah. Proses teknologi dengan *mini blast furnace* terdiri dari empat tahapan proses, yaitu Proses Pemasukan Muatan (*Charging*), Proses Reduksi, Proses Pencairan, dan Hasil Produksi Blast Furnace.

Teknologi *mini blast furnace* termasuk proses *indirect reduction* dengan kapasitas produksi cukup

- kecil antara 50000-300000 *pig iron* per tahun dan diperoleh kadar Fe dengan kadar tinggi yaitu $\pm 96\%$.
- Kebutuhan investasi untuk *mini blast furnace* dengan kapasitas 100.000 – 300.000 ton per tahun diperkirakan sekitar US\$ 20 – 30 juta.

Perkembangan blast furnace di Indonesia masih terbilang sedikit dibandingkan konsumsi baja dan logam lainnya yang terus meningkat di Indonesia. Berikut ini beberapa perusahaan yang menggunakan teknologi blast furnace:

1. PT. Sebuk Iron Lateric Ore (SILO), berlokasi di Kab.Kotabaru Kalimantan Selatan. Dengan kapasitas $2 \times 1000 \text{ m}^3$
2. PT. Indoferro, berlokasi di Cirebon Jawa Barat. Dengan kapasitas $2 \times 450 \text{ m}^3$
3. PT. Fajar Bhakti Nusantara, berlokasi di Gebe, Maluku Utara. Dengan kapasitas $4 \times 80 \text{ m}^3$
4. PT. Macika Mineral Industri, berlokasi Konawe Sulawesi Utara. Dengan kapasitas $3 \times 30 \text{ m}^3$

Belum maksimal nya penggunaan teknologi blast furnace di Indonesia ini, menjadi salah satu masalah dalam pemenuhan konsumsi baja yang terus meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonio Barrio Santo . Mini Blast Furnace. Mini Technologias Ltda. (2009). Divinopolis, Brazil.
- Bambang Pardiarto. Pusat Studi Geologi. (2 Agustus 2011). Peluang Bijih Besi Dalam Pemenuhan Kebutuhan Komoditas Mineral Strategis Nasional. Buletin Sumber Daya Geologi Volume 6 Nomor :70
- Direktorat Sumber Daya Mineral Dan Batubara. Kementrian ESDM.2013.
- Edi Heriyanto, Studi Pemanfaatan Bijih Besi (Hematit dan Magnetit) Low Grade dan Upgrade Di Indonesia sebagai bahan baku besi cor. Pusat Penelitian Metalurgi (P2M) LIPI,
- Geoscience News and Information, from <http://geology.com/rocks>
- Hamilton. Blast Furnace Iron Making. (1999). Ontario: McMaster University
- <http://abdulghofur2044.blogspot.co.id/2016/11/daftar-perusahaan-smelter-di-indonesia.html>
- <http://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/pengolahan-bijih-besi-dengan-blast-furnace>
- <http://energitoday.com/uploads/2013/02/briket-kokas.jpg>
- <http://www.kemenperin.go.id/artikel/5719/Daya-Serap-Bijih-Besi-di-Dalam-Negeri-Kecil>
- [http://www.kemenperin.go.id/artikel/9053/Sebuku-Butuh-US\\$2-Miliar](http://www.kemenperin.go.id/artikel/9053/Sebuku-Butuh-US$2-Miliar)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Blast_furnace
- Kajian Supply Demand Mineral. Pusat Data dan teknologi Informasi Energi dan Sumberdaya Mineral. Kementrian ESDM.2013
- Kementerian ESDM, Badan Geologi. Neraca Mineral logam 2013. http://psdg.bgl.esdm.go.id/index.php?Option=com_content&view=article&id=1025&Itemid=640
- Laporan pemuktahiran Data dan Neraca Sumber Daya Mineral, Kementrian ESDM T.A 2013.
- Majalah Tambang. Satya Graha Somantri, anggota Dewan PERHAPI.. 3Agustus 2009
- Pemerintah Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat. Pertambangan dan Energi. <http://www.solsekkab.go.id/post/read/88/pertambangan-investor.html>
- Pengembangan Industri Logam Dasar. (2011). Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM).
- Pengembangan Industri Logam Dasar. (2014). Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM).
- Prof. Dr.-Ing. Bambang Suharno. Teknologi Blast Furnace. (2009). Depok: Departemen Teknik Metalurgi dan Material.
- Professor Mirajudin Abdullah, from http://www.profmikra.org/artikel/potensi_konsumsi-baja-nasional.html
- Profil Industri baja kementian perindustrian.2014
- Ratubilqiis. (2009). Proses Pembuatan Besi Baja .from, <http://ratubilqiis.files.wordpress.com>
- UU No.4/2009, PP No 1/2014 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara dan Permen ESDM No.1/2014.
- World Steel Association. 2014