

UJI KARAKTERISTIK *SPONGE IRON* HASIL REDUKSI MENGGUNAKAN BURNER LAS ASITELIN DARI PASIR BESI PANTAI SUWERU JEPARA

*Sonar Hariawan¹, Sugeng Tirta Atmadja², Yusuf Umardani²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: sonarhariawan15@gmail.com

Abstrak

Sponge iron merupakan produk dalam pembuatan besi baja melalui proses reduksi langsung pasir besi. Alur proses pembuatan baja melalui jalur *sponge* dimulai dari pasir besi dibuat bentuk *pellet* atau briket direduksi menjadi *sponge* dengan bantuan burner las asitelin. Dalam penelitian ini dibuat *sponge iron* dari bahan baku pasir besi pantai Suweru Jepara. Briket pasir besi terbuat dari campuran 75% pasir besi, 20% karbon, dan 5% tepung tapioka sebagai perekat. Dari pengambilan pasir pantai Suweru sebanyak 5 kg, didapatkan 3,3875 kg pasir besi yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan magnet permanen sebanyak 2-3 kali. Setelah proses ekstraksi, dilakukan proses pengayakan atau *sieving* dengan menggunakan 100 mesh, didapatkan 2,2710 kg. Sehingga dapat diketahui kadar pasir besi pantai Suweru adalah 67,75 % dan 45,42 % merupakan *raw material* siap produksi. Selanjutnya dilakukan pencampuran *raw material* 2,25 kg pasir besi, 0,6 % karbon dan 0,15 kg zat perekat (*aci*) dengan berat total 3 kg sehingga menghasilkan ± 70 briket pasir besi melalui proses kompaksi dengan kisaran berat per briket 43 gr. Dari pengambilan sampel 3 briket pasir besi yang direduksi, dihasilkan *sponge iron* dengan berat 13,98 gr, 14,83 gr, dan 17,97 gr sehingga dapat diketahui persentase hasil proses reduksi sebesar 36,68 %. Hasil pengujian komposisi dengan metode AAS, komposisi *raw material* didapatkan 1,63 % Mg, 2,63 % Si, 7,30% C, dan 49,90 % Fe. Namun setelah dilakukan proses reduksi, komposisi *sponge iron* 1,4 % Mg, 1,42 % Si, 1,90 % C, dan 64,12 % Fe. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 14,22 %, dan disertai dengan penurunan kadar zat pengotor dalam pasir besi.

Kata Kunci: Pellet Komposit, *Raw Material*, Reduksi Langsung, *Sponge Iron*

Abstract

Sponge iron is a product in the manufacture of steel that through the process of direct reduction of iron sand. Steel making process flow through the *sponge* starts from iron sand made pellet or briquettes in the shape of a reduction to *sponge* with the welding asitelin burner. In this research is made of *sponge iron* which raw materials iron sand from Suweru beach Jepara. Briquettes are made from a mixture of iron sand 75%, 20% carbon, and 5% tapioca flour as gluten. From taking of sand beach Suweru 5kg, obtained 3,3875 kg of iron sand from extraction process with permanent magnet as much as 2-3 times. After the extraction process, sieving process is carried out using a 100 mesh, obtained 2.2710 kg. So that it can be seen levels of iron sand beach Suweru was 67,75% and 45,42% are raw material that ready for production. Furthermore, the raw material mixing 2,25 kg of iron sand, 0,6% carbon (charcoal) and 0.15 kg of gluten (tapioca flour) with a total weight of 3 kg resulting in ± 70 briquette iron sand through the process of compacting the weight range of 43 grams per briquette. From sampling 3 briquette iron sand is reduced, resulting *sponge iron* by weight of 13,98 grams, 14,83 grams and 17.97 grams that can be known percentage yield of 36.68% reduction process. Results of testing the composition of the AAS method, the composition of the raw materials obtained 1.63% Mg, 2.63% Si, 7.30% C, and 49.90% Fe. However, after the reduction process, the composition of the *sponge iron* 1.4% Mg, 1.42% Si, 1.90% C, and 64.12% Fe. From the data shown a significant increase in Fe content of 14.22%, and is accompanied by a decrease in the levels of impurities in the iron sand.

Keywords: Composite Pellet, Direct Reduction, Raw Material, *Sponge Iron*

1. PENDAHULUAN

Bahan baku *pellet* yang digunakan untuk membuat *sponge* dengan teknologi yang tersedia, seluruhnya masih diimpor dengan nilai puluhan milyar rupiah per tahun. Industri pembuatan *pellet* bijih besi belum ada di Indonesia.

Lebih keulu industry benefisiari bijih besi menghasilkan konsentrat besi yang siap lebur juga masih kosong. Jadi ada dua kegiatan industri antara penambangan- bijih besi sampai menjadi *sponge* yang belum tersedia di tanah air [1].

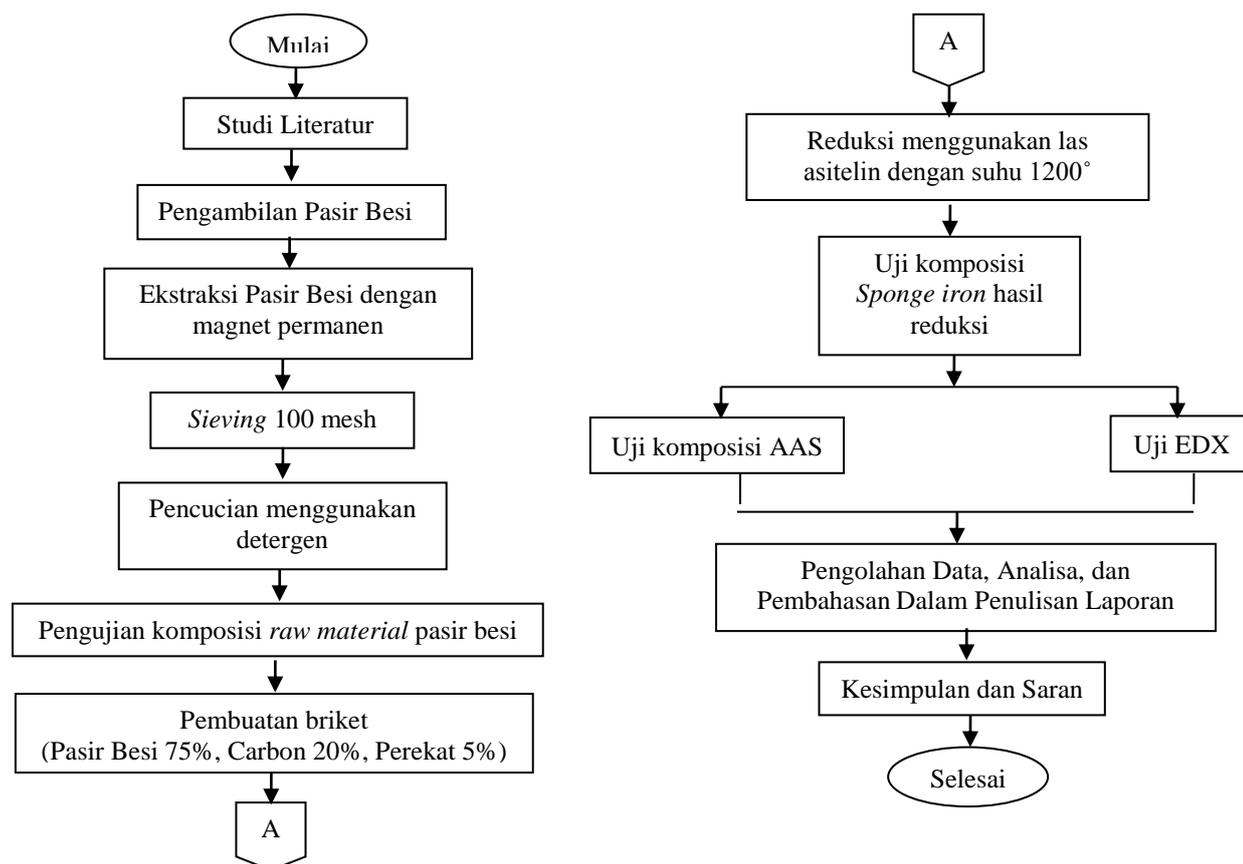
Besi *sponge* adalah besi yang diperoleh dari reduksi bijih besi secara langsung pada temperatur dibawah titik lelehnya, menggunakan reduktor gas alam atau gas dari batubara atau reduktor padat misalnya batubara. *Sponge* disebut juga sebagai DRI (*Directly reduced Iron*) atau pengganti *scrap* (*scrap substitute*) sesuai dengan fungsinya menggantikan *scrap* dalam industri besi-baja [1].

Ada beberapa manfaat yang terkait dengan *Sponge Iron* yang memungkinkan untuk bersaing secara efektif dengan jenis lain dari besi lebur. Industri harus melakukannya dengan komposisi aktual dari produk akhir itu sendiri. Sebagai contoh, jenis besi dianggap lebih kaya dari *pig iron*, jenis lain dari besi umumnya dihasilkan dalam *blast furnace*. *Sponge Iron* juga dapat digunakan untuk menghasilkan bijih bubuk yang bekerja sangat baik bila dicampur dengan logam lain dalam produksi berbagai jenis besi berbasis produk [2].

Salah satu metode reduksi adalah reduksi berbasis pellet komposit, Proses ini menggunakan bahan baku *pellet* komposit yang dibuat dari campuran bijih besi halus, batubara, bahan pembentuk *slag* dan bahan perekat. Disebut juga *self reducing pellet* karena batubara atau bahan karbon lainnya telah ada didalam *pellet* yang akan mereduksi bijih besi [1].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar pasir besi di pasir pantai Suweru, Jepara. Kemudian mengetahui kandungan Fe pasir besi pantai Suweru, Jepara. Selanjutnya mengetahui proses reduksi pasir besi menjadi *sponge iron* dengan menggunakan metode briket. Dan yang terakhir adalah untuk mengetahui perbandingan kadar Fe yang terkandung dalam *raw material* pasir besi dengan *sponge iron* hasil reduksi.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian dari proses pengambilan sampel pasir pantai Suweru hingga pengujian komposisi menggunakan metode AAS dan pengujian EDX kemudian pengolahan data hasil pengujian serta analisa dalam penulisan laporan sampai pada pembuatan kesimpulan dan saran.

2.1 Bahan

Dari tiga sampel *sponge iron* hasil proses reduksi dengan perhitungan berat seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. (a) Spesimen Uji 1 13,98 gr, (b) Spesimen Uji 2 14,83 gr, (c) Spesimen Uji 3 17,97 gr

2.2 Cara Kerja

a. Proses Ekstraksi Dengan Magnet Permanen

Ekstraksi bisa juga disebut dengan proses pemisahan antara pasir besi dan pasir pantai biasa. Proses ekstraksi dilakukan 2-3 kali, dengan tujuan agar dapat memaksimalkan pasir besi yang diperoleh. Proses ekstraksi dengan magnet permanen terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses ekstraksi pasir besi dengan magnet

b. *Sieving* atau pengayakan

Dalam proses pengayakan ini menggunakan cara manual dan pada pemasangan mesh dapat bervariasi sesuai ukuran mesh. Pada penelitian ini menggunakan ukuran 100 *mesh* dengan proses seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pengayakan dengan 100 *mesh*

c. Pencucian Pasir Besi Menggunakan Detergen

Pasir besi yang sudah melewati proses *sieving* kemudian dicuci menggunakan detergen, dengan tujuan untuk meningkatkan kadar Fe didalam *raw material*, pencucian menggunakan detergen ini dilakukan sebanyak tujuh kali. Kemudian pasir besi dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari, sampai benar-benar kering yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pencucian pasir besi dengan detergen

d. Pembuatan Briket

Pembuatan briket ini dengan mencampurkan pasir besi 75%, carbon 20%, perekat 5% yang terlihat pada Gambar 6, kemudian ditambah air secukupnya untuk mempermudah pencampuran agar merata, setelah pecampuran dari ketiga bahan dilakukan pencetakan briket dengan menggunakan cetakan berbentuk silinder, dan dikompaksi manual menggunakan palu terlihat pada Gambar 7, sehingga membentuk padatan berupa briket pasir besi. Setelah proses kompaksi kemudian briket pasir besi dioven dengan suhu 250°C, dengan penahanan 2 jam untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam briket pasir besi yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Pasir besi, arang, aci, dan cetakan



Gambar 7. Proses pencampuran dan kompaksi



Gambar 8. Proses pengovenan

e. Reduksi Briket Pasir Besi

Proses reduksi briket pasir besi menggunakan burner las asetilin sebagai metode dalam pembakaran briket dengan suhu mencapai 1200° seperti terlihat pada Gambar 9, sehingga menghasilkan reaksi sebagai berikut.





Gambar 9. Pengukuran suhu dengan thermokopel mencapai suhu 1200°C

Pasir besi dihilangkan dari zat pengotornya, menggunakan karbon sebagai pengikat dan bahan pembakaran. Sehingga terbentuklah sponge iron yang akan digunakan sebagai material uji pada penelitian ini yang ditunjukkan pada gambar 10. Setelah jadi *sponge iron*, rapikan dengan menggunakan mesin gerinda duduk sehingga memungkinkan untuk dilakukan pengujian.



Gambar 10. Proses reduksi dan *sponge iron* yang dihasilkan

2.3 Pengujian Raw Material dan Sponge Iron

A. Raw Material

Pasir yang telah dicuci dan dikeringkan kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Kimia Analitic Universitas Diponegoro dan metode yang digunakan adalah Spektroskopi Serapan Atom (AAS) untuk mengetahui kandungan Fe dari *raw material*, yang akan digunakan sebagai bahan untuk pembuatan *sponge iron*. Pengujian ini untuk mengetahui kandungan Fe (besi), Mg (magnesium), Si (silicon), dan C (karbon).



Gambar 11. Sampel *raw material* pasir besi untuk pengujian AAS

B. Pengujian Sponge Iron

a. Komposisi menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS)

Pengujian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Diponegoro. Pengujian ini untuk mengetahui kandungan Fe (besi), Mg (magnesium), Si (silicon), dan C (karbon).



Gambar 12. Sampel *sponge iron* yang telah hancurkan menjadi butiran kecil untuk pengujian AAS

b. Uji EDX (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*)

Pengujian dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro yang bertujuan untuk menganalisis unsur atau karakteristik kimia dari spesimen *sponge iron*.

Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS atau EDX atau EDAX) adalah salah satu teknik analisis untuk menganalisa unsur atau karakteristik kimia dari spesimen. Karakteristik ini bergantung pada penelitian dari interaksi beberapa eksitasi sinar X dengan spesimen. Kemampuan untuk mengkarakterisasi sejalan dengan sebagian besar prinsip dasar yang menyatakan bahwa setiap elemen memiliki struktur atom yang unik, dan merupakan ciri khas dari struktur atom suatu unsure, sehingga memungkinkan sinar X untuk mengidentifikasinya.



Gambar 13. Sampel *sponge iron* yang telah hancurkan menjadi butiran kecil untuk pengujian EDX

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Berat Antara Raw Material Dengan *Sponge Iron* Hasil Reduksi

a) Raw Material

Dari pengambilan pasir pantai suwera sebanyak 5 kg, didapatkan 3,3875 kg pasir besi yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan magnet permanen sebanyak 2-3 kali, jadi dari proses ekstraksi didapatkan persentase sebagai berikut :

$$MD = \frac{3,3875 \text{ kg}}{5 \text{ kg}} \times 100\% = 67,75 \%$$

Setelah proses ekstraksi, dilakukan proses pengayakan atau *sieving* dengan menggunakan 100 mesh, didapatkan 2,2710 kg. Sehingga didapatkan persentase :

$$MD = \frac{2,2710 \text{ kg}}{5 \text{ kg}} \times 100\% = 45,42 \%$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui 67,75 % pasir pantai Suwera adalah pasir besi, dan 45,42 % merupakan *raw material* yang siap diproses untuk tahap reduksi.

b) Briket Pasir Besi

Selanjutnya dilakukan pencampuran *raw material* pasir besi dengan karbon dan zat perekat (aci), dengan komposisi 75% pasir besi, 20% carbon, dan 5% zat perekat. Pencampuran dilakukan dengan rincian sebagai berikut:

Pasir besi	: 2,25 kg
Karbon	: 0,6 kg
Zat perekat (aci)	: 0,15 kg
Berat total	: 3 kg

Dari 3 kg campuran dihasilkan 70 briket pasir besi siap reduksi dengan berat per briket:

$$\text{berat per briket} = 3 \text{ kg} \div 70 = 0,043 \text{ kg} = 43 \text{ gr}$$

c) *Sponge Iron*

Dari sampel tiga briket yang direduksi menghasilkan tiga spesimen *sponge iron* dengan perhitungan berat pada Tabel 1:

Tabel 1. Berat *Sponge Iron* hasil reduksi

Sampel Spesimen Uji <i>Sponge Iron</i>	Berat (gr)
1	13,98
2	14,83
3	17,97
rata-rata	15,59

$$\text{Berat total } \textit{sponge iron} = 15,59 \text{ gr} \times 70 = 1091,3 \text{ gr} = 1,0913 \text{ kg}$$

Menurut perhitungan diatas, diperoleh persentase proses reduksi *sponge iron* sebagai berikut:

$$\%Total = \frac{1,0913}{3} \times 100\% = 36,38\%$$

3.2 Hasil Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Diponegoro. Pengujian komposisi kimia ini bertujuan untuk mengetahui komposisi *raw material* dan *sponge iron* hasil reduksi pasir besi pantai suweru Jepara. Berikut hasil pengujian komposisi kimia *raw material* pada Tabel 2 dan *sponge iron* hasil reduksi pada Tabel 3:

Tabel 2. Komposisi kimia *raw material*

Parameter Uji	Satuan	Komposisi
Mg (Magnesium)	%	1,63
Si (Silika)	%	2,63
C (Karbon)	%	7,30
Fe (Besi)	%	49,90

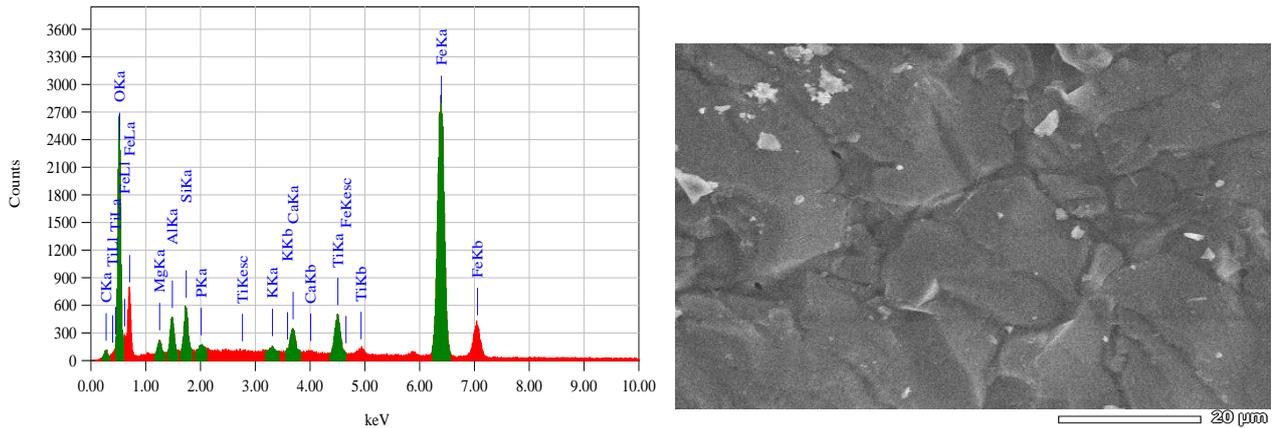
Tabel 3. Komposisi kimia *sponge iron* hasil reduksi

Parameter Uji	Satuan	Komposisi
Mg (Magnesium)	%	1,40
Si (Silika)	%	1,42
C (Karbon)	%	1,90
Fe (Besi)	%	64,12

Hasil pengujian terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 bahwa 4 unsur yang paling dominan yang terkandung dalam *raw material* terdiri dari 49,90 % Fe, 7,30 % C, 2,63 % Si, dan 1,63 % Mg. Sedangkan pada *sponge iron* terdiri dari 64,12 % Fe, 1,90 % C, 1,42 % Si, dan 1,40 % Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 14,22 %, dan disertai dengan penurunan kadar zat pengotor dalam pasir besi.

3.3 Hasil Pengujian EDX (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*) *Sponge Iron*

Hasil dari pengujian EDX pada serbuk *sponge iron* yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Pada penembakan EDX serbuk *sponge iron* diperoleh data yang dapat dilihat pada Gambar 14.

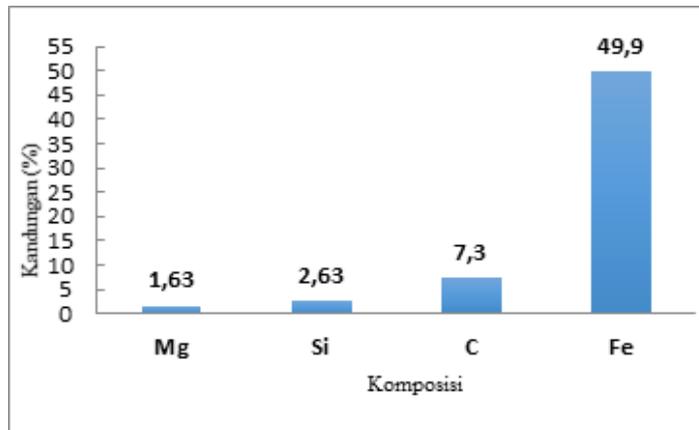


Gambar 14. Hasil pengujian EDX

3.4 Grafik Data Hasil Pengujian

a. Komposisi Mg, Si, C, dan Fe Raw Material

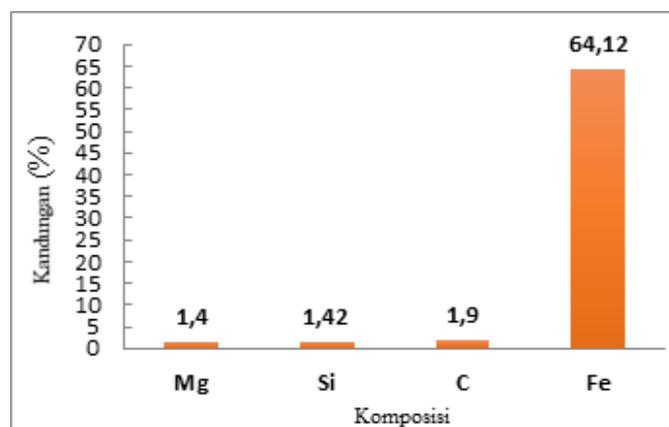
Grafik data hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) adalah sebagai berikut (Gambar 15).



Gambar 15. Grafik komposisi Mg, Si, C, dan Fe raw material

b. Komposisi Mg, Si, C, dan Fe Sponge iron

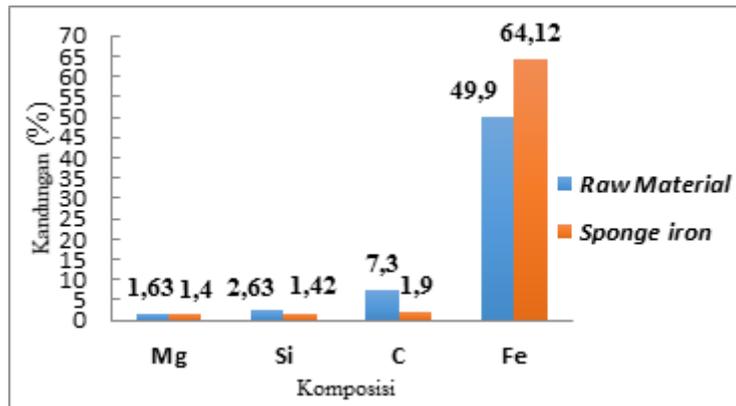
Grafik data hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) adalah sebagai berikut (Gambar 16).



Gambar 16. Grafik komposisi Mg, Si, C, Dan Fe sponge iron

c. Perbandingan antara Raw Material dan Sponge Iron

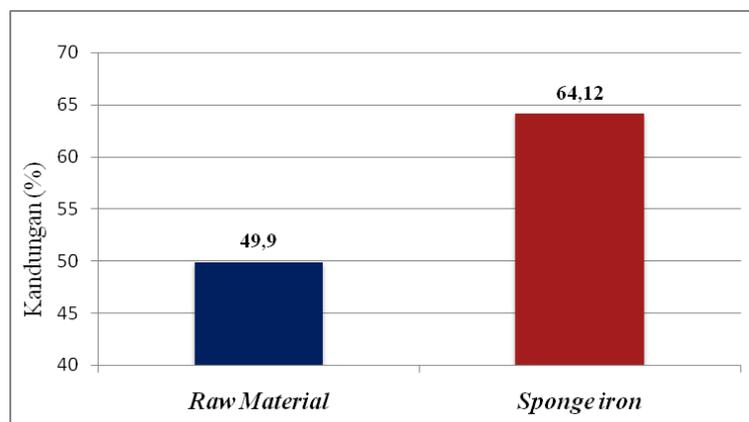
Grafik perbandingan hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) antara raw material dan sponge iron adalah sebagai berikut (Gambar 17).



Gambar 17. Grafik perbandingan komposisi antara *raw material* dengan *sponge iron*

d. **Perbandingan Kadar Fe antara *Raw Material* dan *Sponge Iron***

Grafik perbandingan hasil uji komposisi unsur Fe (besi) antara *raw material* dan *sponge iron* adalah sebagai berikut (Gambar 18).



Gambar 18. Grafik perbandingan kadar Fe antara *raw material* dan *sponge iron*

4. KESIMPULAN

- 1) Dari pengambilan 5 kg sampel pasir pantai Seweru, jepara didapatkan pasir besi sebanyak 3,3875 kg, dengan persentase 67,75 %, melalui 2 sampai 3 kali proses ekstraksi dengan magnet permanen. Kemudian dilakukan proses pengayakan atau *sieving* dengan menggunakan 100 *mesh*, didapatkan 2,2710 kg. Sehingga didapatkan persentase 45,42 %.
- 2) Dari hasil uji komposisi *raw material* pasir besi dari pasir pantai Seweru, Jepara didapatkan kandungan Fe pasir besi sebesar 49,90 %.
- 3) Dalam penelitian ini proses reduksi dilakukan dengan metode briket pasir besi dengan campuran pasir besi 75%, carbon 20%, perekat 5%, yang direduksi dengan menggunakan burner las asitelin, sehingga didapatkan *sponge iron* sebagai hasil reduksi.
- 4) Hasil uji komposisi *raw material* terdiri dari 49,90 % Fe, 7,30 % C, 2,63 % Si, dan 1,63 % Mg. Sedangkan pada *sponge iron* terdiri dari 64,12 % Fe, 1,90 % C, 1,42 % Si, dan 1,40 % Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 14,22 %, dan disertai dengan penurunan kadar zat pengotor dalam pasir besi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adil Jamali. Ir.MSc, 2010, "Pembuatan Briket Besi *Sponge* Dari Bahan Baku Lokal", UPT. Balai Pengolahan Mineral Lampung-LIPI.
- [2]. <http://www.byantech.com/kategori-pabrik/pengolahan-pasir-bijih-besi/fungsi-dan-kegunaan/>, diakses: 9 September 2014