

UJI KARAKTERISTIK *SPONGE IRON* HASIL REDUKSI MENGGUNAKAN BURNER LAS ASITELIN DARI PASIR BESI PANTAI NGEBUM KENDAL

*Sigit Seno Anguntoro, 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: sigitseno46@yahoo.co.id

Abstrak

Pasir besi merupakan endapan pasir yang mengandung partikel bijih besi (magnetite) yang terdapat di sepanjang pantai. 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. *Sponge* merupakan produk dalam pembuatan besi baja melalui proses reduksi langsung, Alur proses pembuatan baja melalui jalur *sponge* dengan burner las asitelin. Dalam penelitian ini dibuat *sponge iron* dari bahan baku pasir besi pantai Ngebum, Kendal. Proses ini menggunakan bahan baku pellet komposit yang dibuat dari campuran bijih besi halus, batubara, bahan pembentuk slag dan bahan perekat. Dari pengambilan 10 kg pasir pantai, didapat pasir besi 4,828 kg, persentase 48,28%. Pengayakan 100 mesh, didapatkan 3,637 kg, persentase 36,37%. Briket dibuat sebanyak 3 kg, dengan komposisi pasir besi 75% sebanyak 2,25 kg, arang 20% sebanyak 0,6 kg, dan aci 5% sebanyak 0,15 kg. Dihasilkan briket dengan berat 44,47 gr per briket. Carbon digunakan arang yang berfungsi sebagai reduktor. Reduksi burner las asitelin didapatkan *sponge iron* dengan berat yang bervariasi, 14,13 gr, 13,83 gr, dan 14,43 gr. Hasil pengujian komposisi dengan metode AAS, komposisi *raw material* didapatkan 50,68 % Fe, 4,12 % C, 2,43 % Si, dan 2,47 % Mg. Sedangkan pada *sponge iron* terdiri dari 63,70 % Fe, 1,15 % C, 1,13 % Si, dan 1,25 % Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 13,02 %, dan disertai dengan penurunan kadar zat pengotor dalam pasir besi.

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

Abstract

Iron sand is sand deposits containing particles of iron ore (magnetite) found along the coast. Sponge iron is obtained from direct reduction of iron ore at a temperature below its melting point, using natural gas or gas reductant of coal or solid reductant such as coal. Sponge is also known as DRI (Directly reduced Iron) or substitute scrap (scrap substitute) in accordance with its function substitute scrap-iron in the steel industry. Sponge is some product manufacture of steel through a direct reduction process, the steel-making process flow of sponge through the burner welding asitelin. In this study is made of sponge iron from iron sand beaches raw materials Ngebum Kendal.. This process uses the raw material composite pellets are made from a mixture of fine iron ore, coal, slag-forming materials and adhesives. From sampling 10 kg of sand, iron sand obtained 4.828 kg, the percentage 48.28%. Sieving 100 mesh, obtained 3.637 kg, the percentage of 36.37%. Briquettes are made as much as 3 kg, with a composition of 75% iron sand as 2.25 kg, 20% charcoal as much as 0.6 kg, and aci 5% as much as 0.15 kg. Briquettes produced weighing 44.47 grams per briquette. Carbon is used charcoal which serves as a reductant. Reduction of welding burner asitelin obtained sponge iron with varying weight, 14.13 g, 13.83 g, dan 14.43 g. Results of testing the composition of the AAS method, the composition of the raw materials obtained 50.68% Fe, 4.12% C, 2.43% Si, and 2.47% Mg. While the sponge iron is composed of 63.70% Fe, 1.15% C, 1.13% Si, and 1.25% Mg. From the data shown a significant increase in Fe content of 13.02%, 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].

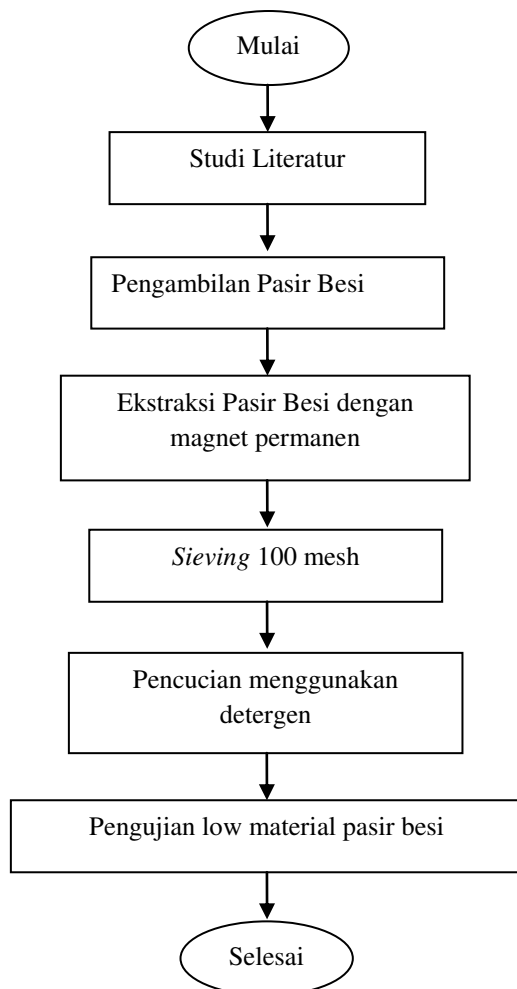
Ada beberapa manfaat yang terkait dengan *Sponge Iron* yang memungkinkan untuk bersaing secara efektif dengan jenis lain dari besi lebur. Industri harus melakukannya dengan komposisi aktual dari produk akhir itu sendiri. Sebagai contoh, jenis besi dianggap lebih kaya dari *pig iron*, jenis lain dari 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 Ngebun, Kendal. Kemudian mengetahui kandungan Fe pasir besi pantai Ngebun, Kendal. 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.

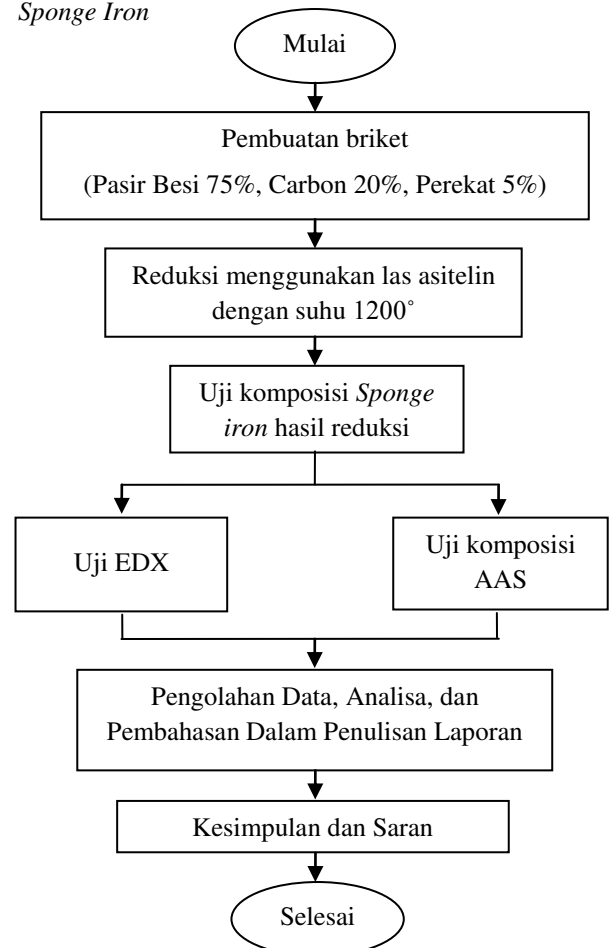
2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Persiapan Dan Pengujian Low Material



Gambar 1. Diagram alir penelitian Persiapan dan pengujian low material

Pembuatan Briket, Proses Reduksi Dan Pengujian *Sponge Iron*

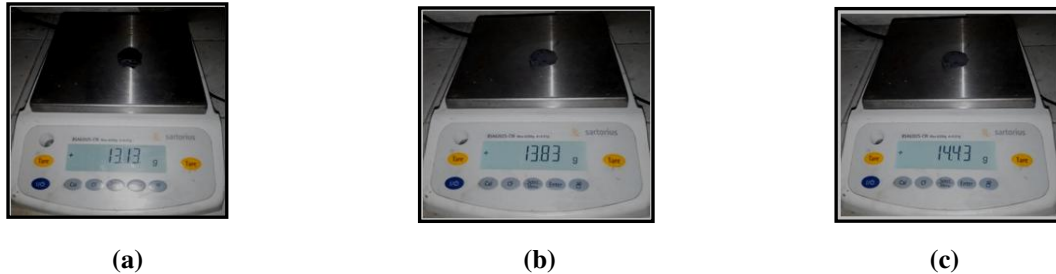


Gambar 2. Diagram alir penelitian Pembuatan briket, proses reduksi dan pengujian *sponge iron*

Gambar 1 dan 2 menunjukkan diagram alir penelitian dari proses pengambilan sampel pasir pantai Ngebum hingga pengujian EDX dan pengujian komposisi menggunakan metode AAS 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 3.



Gambar 3. (a) Spesimen Uji 1 13,13 gr, (b) Spesimen Uji 2 13,83 gr, (c) Spesimen Uji 3 14,43 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 4.



Gambar 4. 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 mash. Pada penelitian ini menggunakan ukuran 100 *mesh* dengan proses seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. 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 6.



Gambar 6. Pencucian pasir besi dengan detergen

d. Raw Material

Pasir yang telah dicuci dan dikeringkan kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Kimia Analitic Universitas Diponegoro sebanyak 2gr 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) yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sampel *raw material* pasir besi untuk pengujian AAS

d. Pembuatan Briket

Pembuatan briket ini dengan mencampurkan pasir besi 75%, carbon 20%, perekat 5% yang terlihat pada Gambar 8, 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 9, 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 10.



Gambar 8. Pasir besi, arang, aci, dan cetakan



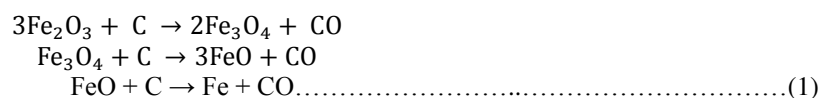
Gambar 9. Proses pencampuran dan kompaksi

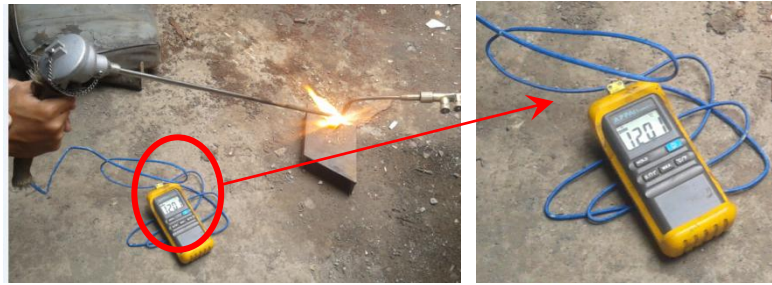


Gambar 10. Proses Pengeringan Briket

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 11, sehingga menghasilkan reaksi sebagai berikut.





Gambar 11. 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 12. Setelah jadi *sponge iron*, rapikan dengan menggunakan mesin gerinda duduk sehingga memungkinkan untuk dilakukan pengujian.



Gambar 12. Proses reduksi dan *sponge iron* yang dihasilkan

2.3 Pengujian Raw Material dan Sponge Iron

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

Pengujian dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro sebanyak 2gr 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, merupakan ciri khas dari struktur atom suatu unsure, sehingga memungkinkan sinar X untuk mengidentifikasinya yang ditunjukkan pada Gambar 13.



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

b. Komposisi menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS)

Pengujian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Diponegoro sebanyak 2gr. Pengujian ini untuk mengetahui kandungan Fe (besi), Mg (magnesium), Si (silicon), dan C (karbon) yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Sampel *sponge iron* yang telah hancur menjadi butiran kecil untuk pengujian AAS

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

a. *Raw Material*

Dari pengambilan pasir pantai Ngebum, Kendal sebanyak 10 kg, didapatkan 4,828 kg pasir besi yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan magnet permanen sebanyak 2-3 kali, jadi dari proses ekstraksi didapatkan persentase sebagai berikut :

$$MD = \frac{4,828 \text{ kg}}{10 \text{ kg}} \times 100\% = 48,28 \%$$

Setelah proses ekstraksi, dilakukan proses pengayakan atau *sieving* dengan menggunakan 100 *mesh*, didapatkan 3,637 kg. Sehingga didapatkan persentase :

$$MD = \frac{3,637 \text{ kg}}{10 \text{ kg}} \times 100\% = 36,37 \%$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui 48,28 % pasir pantai Ngebum, Kendal adalah pasir besi, dan 36,37 % 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 (<i>aci</i>)	: 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	13,13
2	13,83
3	14,43
rata-rata	13,80

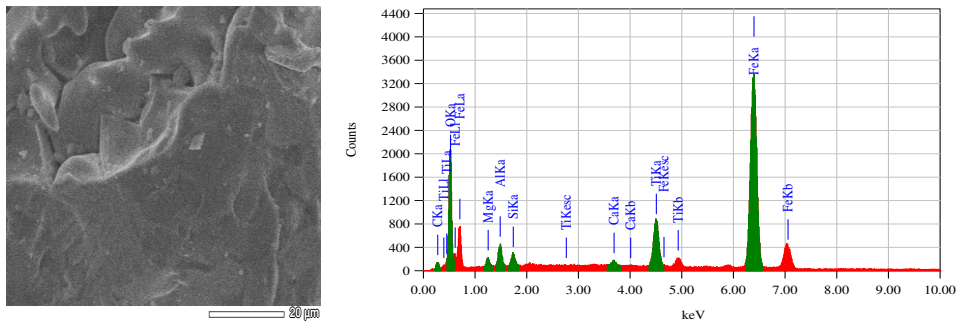
$$\text{Berat total } \textit{Sponge Iron} = 13,80 \text{ gr} \times 70 = 966 \text{ gr} = 0,966 \text{ kg}$$

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

$$\%Total = \frac{0,966}{3} \times 100\% = 32,21\%$$

3.2 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 15.



Gambar 15. Hasil pengujian EDX

3.3 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 asemdayong Pemalang. Berikut hasil pengujian komposisi kimia *raw material* pada Tabel 2 dan *sponge iron* hasil reduksi pada Tabel 3:

Parameter Uji	Satuan	Komposisi
Mg (Magnesium)	%	2,47
Si (Silicon)	%	2,43
C (Karbon)	%	4,12
Fe (Besi)	%	50,68

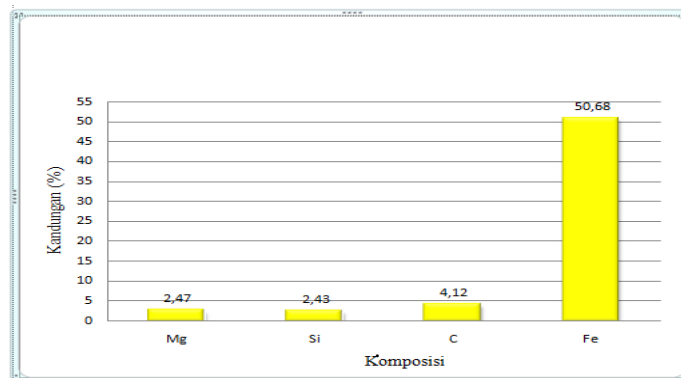
Parameter Uji	Satuan	Komposisi
Mg (Magnesium)	%	1,25
Si (Silicon)	%	1,13
C (Karbon)	%	1,15
Fe (Besi)	%	63,70

Hasil pengujian terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 bahwa 4 unsur yang paling dominan yang terkandung dalam *raw material* terdiri dari 50,68 % Fe, 4,12% C, 2,43% Si, dan 2,47% Mg. Sedangkan pada *sponge iron* terdiri dari 63,70% Fe, 1,15% C, 1,13% Si, dan 1,25% Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 13,02%, dan disertai dengan penurunan kadar zat pengotor dalam pasir besi.

3.4 Grafik Data Hasil Pengujian

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

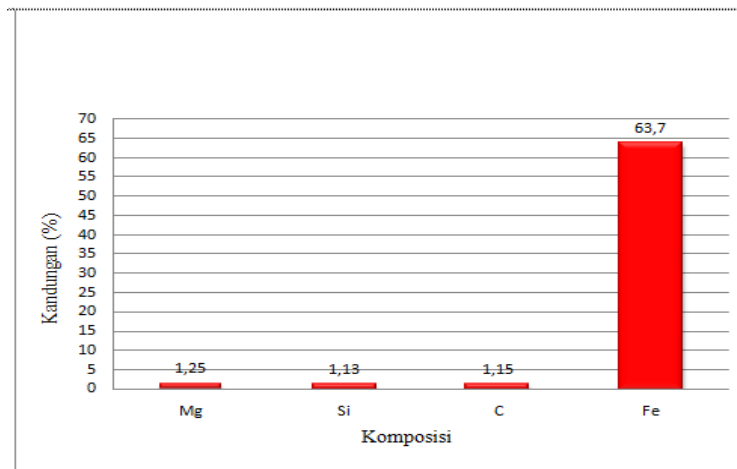
Grafik data hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) adalah sebagai berikut Gambar 16



Gambar 16. Grafik komposisi Mg, Si, C, dan Fe *raw material*

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

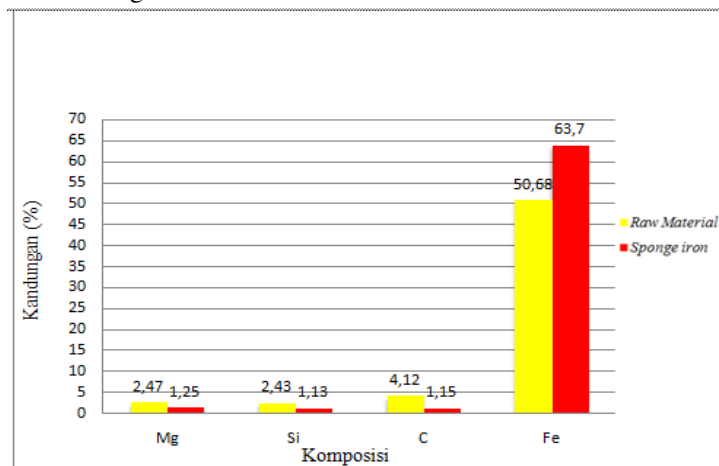
Grafik data hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) adalah sebagai berikut Gambar 17.



Gambar 17. Grafik komposisi Mg, Si, C, Dan Fe *sponge iron*

c. Perbandingan antara *Raw Material* dan *Sponge Iron*

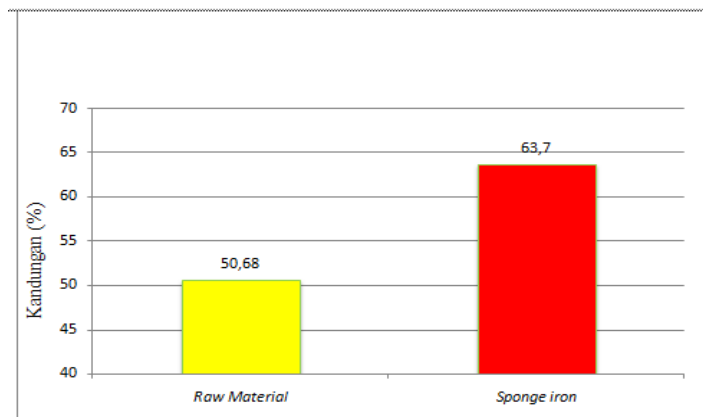
Grafik perbandingan hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) antara *raw material* dan *sponge iron* adalah sebagai berikut Gambar 18.



Gambar 18. 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 19.



Gambar 19. Grafik perbandingan kadar Fe antara *raw material* dan *sponge iron*

4. KESIMPULAN

Dari pengambilan 10 kg sampel pasir pantai Ngebum, Kendal didapatkan pasir besi sebanyak 4,828 kg, dengan persentase 48,28 %, melalui 2 sampai 3 kali proses ekstraksi dengan magnet permanen. Kemudian dilakukan proses pengayakan atau sieving dengan menggunakan 100 mesh, didapatkan 3,637 kg. Sehingga didapatkan persentase 36,37 %. Dari hasil uji komposisi raw material pasir besi dari pasir pantai Ngebum, Kendal didapatkan kandungan Fe pasir besi sebesar 49,90 %. 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. Dari hasil uji komposisi didapatkan 4 unsur yang paling dominan yang terkandung dalam raw material terdiri dari 50,68 % Fe, 4,12% C, 2,43% Si, dan 2,47% Mg. Sedangkan pada sponge iron terdiri dari 63,70% Fe, 1,15% C, 1,13% Si, dan 1,25% Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 13,02%, dan disertai dengan penurunan kadar zat pengotor dalam pasir besi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Jamali, Adil, 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