

## UJI KARAKTERISTIK *SPONGE IRON* HASIL REDUKSI MENGGUNAKAN BURNER LAS ASITELIN DARI PASIR BESI PANTAI ASEMDOYONG PEMALANG

\*Yugo pranoto<sup>1</sup>, Sugeng Tirta Atmadja<sup>2</sup>, Yusuf Umardani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

\*E-mail: yugopranoto89@gmail.com

### 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 Asemtoyong, Pemalang. Proses ini menggunakan bahan baku pellet komposit yang dibuat dari campuran bijih besi halus, batubara, bahan pembentuk slag dan bahan perekat. Dari pengambilan 15 kg pasir pantai, didapat pasir besi 3,5634 kg, persentase 23,75%. Pengayakan 100 *mesh*, didapatkan 2,3630 kg, persentase 15,75%. 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, 12,16 gr, 15,15 gr, dan 16,61 gr. Hasil pengujian komposisi dengan metode AAS, komposisi *raw material* didapatkan 52,12 % Fe, 8,10 % C, 1,94 % Si, dan 2,18 % Mg. Sedangkan pada *sponge iron* terdiri dari 62,46 % Fe, 2,70 % C, 0,85 % Si, dan 1,43 % Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 10,34 %, 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 Asemtoyong, Pemalang. 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 15 kg of sand, iron sand obtained 3.5634 kg, the percentage 23.75%. Sieving 100 mesh, obtained 2.3630 kg, the percentage of 15.75%. 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, 12.16 g, 15.15 g and 16.61 g. Results of testing the composition of the AAS method, the composition of the raw materials obtained 52.12% Fe, 8.10% C, 1.94% Si, and 2.18% Mg. While the sponge iron is composed of 62.46% Fe, 2.70% C, 0.85% Si, and 1.43% Mg. From the data shown a significant increase in Fe content of 10.34%, 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].

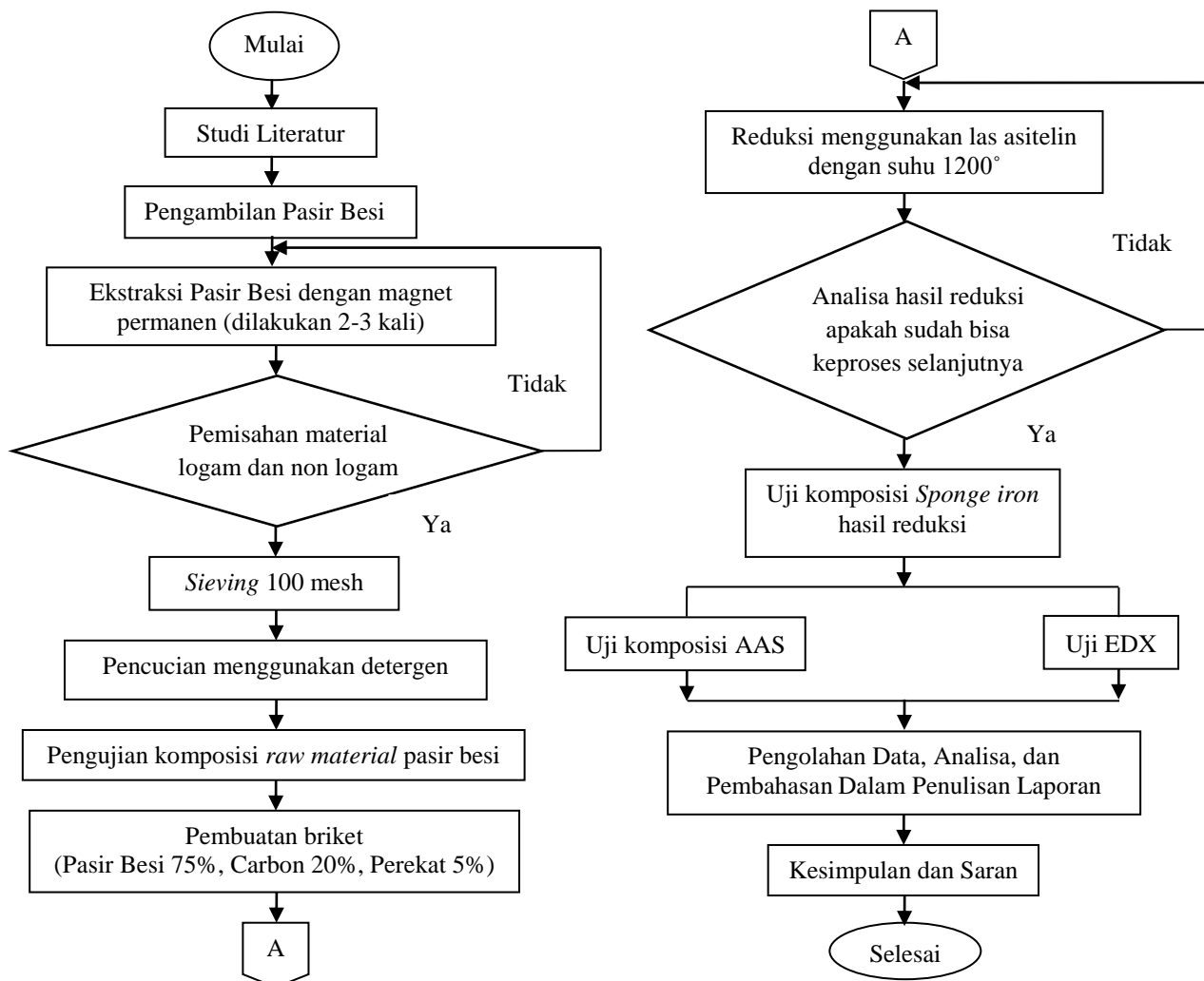
Besi *sponge* adalah besi yang diperoleh dari reduksi bijih besi secara langsung pada temperatur dibawah titik lelehnya, menggunakan reduktor gas alam atau gas dari batubara atau reduktor padat misalnya batubara. *Sponge* disebut juga sebagai DRI (*Directly reduced Iron*) atau pengganti *scrap* (*scrap 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 Asemdayong, Pemalang. Kemudian mengetahui kandungan Fe pasir besi pantai Asemdayong, Pemalang. 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

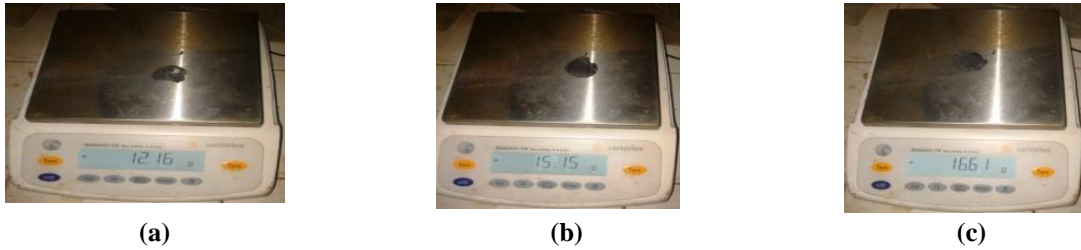


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian dari proses pengambilan sampel pasir pantai Asemdayong 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 12,26 gr, (b) Spesimen Uji 2 15,15 gr, (c) Spesimen Uji 3 16,61 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 mash. 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. 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 6.** 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 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

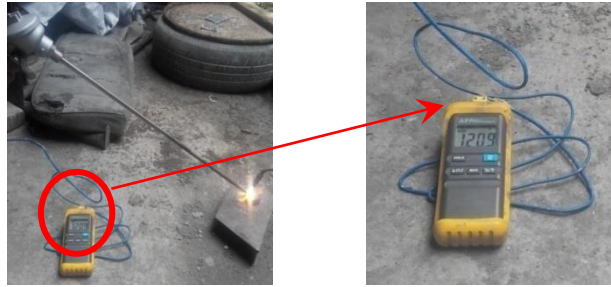


**Gambar 8.** Proses pengovenan

**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. 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 11.** 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 12.** 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 asemtoyong sebanyak 15 kg, didapatkan 3,5634 kg pasir besi yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan magnet permanen sebanyak 2-3 kali, jadi dari proses ekstraksi didapatkan persentase sebagai berikut :



$$MD = \frac{3,5634 \text{ kg}}{15 \text{ kg}} \times 100\% = 23,75 \%$$

Setelah proses ekstraksi, dilakukan proses pengayakan atau *sieving* dengan menggunakan 100 *mesh*, didapatkan 2,3630 kg. Sehingga didapatkan persentase :

$$MD = \frac{2,3630 \text{ kg}}{15 \text{ kg}} \times 100\% = 15,75 \%$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui 23,75 % pasir pantai Asemtoyong adalah pasir besi, dan 15,75 % 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

Spesimen Uji <i>Sponge Iron</i>	Berat (gr)
1	12,16
2	15,15
3	16,61
rata-rata	14,64

$$\text{Berat total } \textit{Sponge Iron} = 14,64 \text{ gr} \times 70 = 1024,8 \text{ gr} = 1,0248 \text{ kg}$$

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

$$\%Total = \frac{1,0248}{3} \times 100\% = 34,16\%$$

### 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 asemtoyong Pemalang. 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)	%	2,18
Si (Silicon)	%	1,94
C (Karbon)	%	8,10
<b>Fe (Besi)</b>	<b>%</b>	<b>52,12</b>

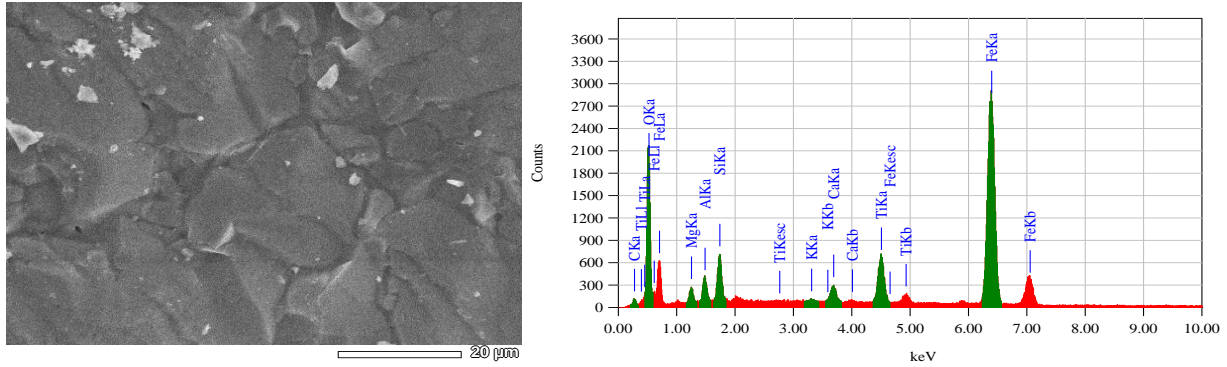
**Tabel 3.** Komposisi kimia *sponge iron* hasil reduksi

Parameter Uji	Satuan	Komposisi
Mg (Magnesium)	%	1,43
Si (Silicon)	%	0,85
C (Karbon)	%	2,70
<b>Fe (Besi)</b>	<b>%</b>	<b>62,46</b>

Hasil pengujian terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 bahwa 4 unsur yang paling dominan yang terkandung dalam *raw material* terdiri dari 52,12 % Fe, 8,10 % C, 1,94 % Si, dan 2,18 % Mg. Sedangkan pada *sponge iron* terdiri dari 62,46 % Fe, 2,70 % C, 0,85 % Si, dan 1,43 % Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 10,34 %, dan disertai dengan penurunan kadar zat pengotor dalam pasir besi.

### 3.3 Hasil Pengujian EDX (*Energy Dispersive X-ray Spectrosopy*) *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 13.

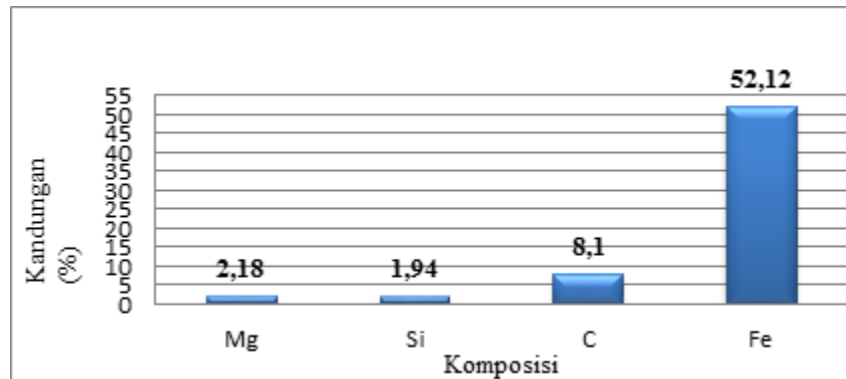


Gambar 13. Hasil pengujian EDX

### 3.4 Grafik Data Hasil Pengujian

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

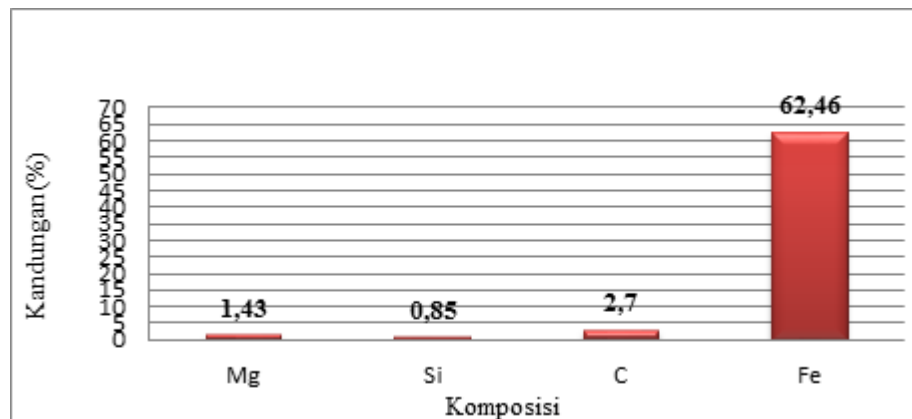
Grafik data hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) adalah sebagai berikut Gambar 14.



Gambar 14. Grafik komposisi Mg, Si, C, dan Fe *raw material*

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

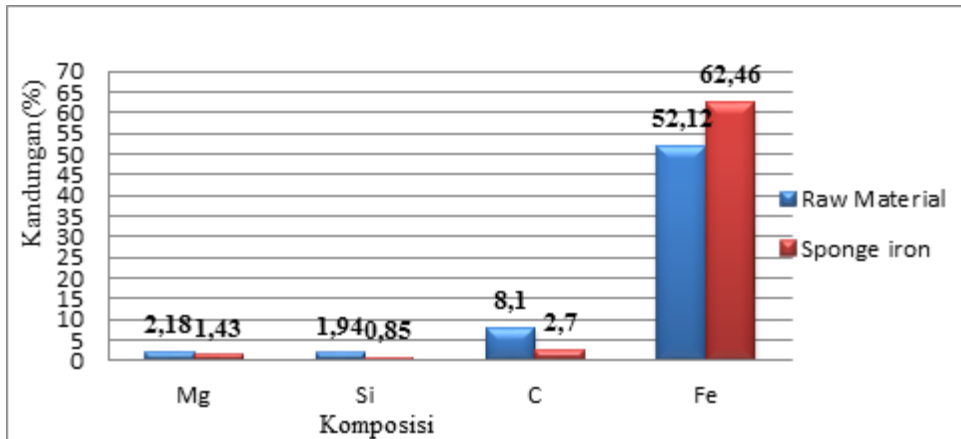
Grafik data hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) adalah sebagai berikut Gambar 15.



Gambar 15. Grafik komposisi Mg, Si, C, Dan Fe *sponge iron*

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

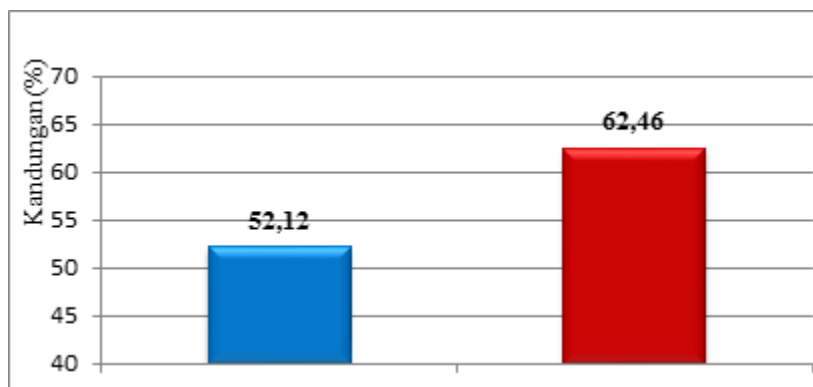
Grafik perbandingan hasil uji komposisi unsur Mg (Magnesium), Si (silicon), C (karbon) dan Fe (besi) antara raw material dan sponge iron adalah sebagai berikut Gambar 16.



**Gambar 16.** 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 17.



**Gambar 17.** Grafik perbandingan kadar Fe antara raw material dan sponge iron

**4. Kesimpulan**

- 1) Dari pengambilan 15 kg sampel pasir pantai Asemtoyong, Pemalang didapatkan pasir besi sebanyak 3,5634 kg, dengan persentase 23,75% melalui 2 sampai 3 kali proses ekstraksi dengan magnet permanen. Kemudian dilakukan proses pengayakan atau *sieving* dengan menggunakan 100 mesh, didapatkan 2,3630 kg. Sehingga didapatkan persentase 15,75%.
- 2) Dari hasil uji komposisi raw material pasir besi dari pasir pantai Asemtoyong, Pemalang didapatkan kandungan Fe pasir besi sebesar 52,12%.
- 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 52,12% Fe, 8,10% C, 1,94% Si, dan 2,18 % Mg. Sedangkan pada *sponge iron* terdiri dari 62,46% Fe, 2,70% C, 0,85% Si, dan 1,43% Mg. Dari data tersebut terlihat peningkatan kadar Fe yang signifikan sebesar 10,34%, 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