

THE INFLUENCE OF BASISITAS SLAG VARIATIONS ON THE QUALITY AND QUANTITY OF FERROMANGAN USING PALM OIL AS A REDUCTANT SHELL

Tumpal Ojahan R.¹, Affryan Rahmat S.¹, Yayat Iman S.²

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Malahayati

² Balai Penelitian Teknologi Mineral LIPI Lampung

Email: tumpal_ojahan@yahoo.com

Abstract. Ferromangan wild mix of elements constituting a form of ferrous and elements manganese where ferro and manganese molested elements dominant. The heavy elements in a lump of manganese between 20 % -25 %. While alloying elements which is in a lump of manganese is carbon (C) 7,21 %, silica (Si) 8,14 %, posfor (P) 0,22 %, and sulfur (S) 0,02 %, the rest elements ferro (Fe). This study which was conducted to understand the extent of the influence of the variations of basisitas of slag (CaO/SiO₂) on the quality of and quantity of ferromangan by the use of the shell of a sawit dust as a reducing agent. The process of it was also to get ferromangan from the ore manganese using a process smelting with an electric arc furnace puffed out. Tests used is the x-ray fluorescence (XRF), the x-ray difraksi (XRD), the optical emisi spektroskopi (OES) and the micro structure. The results of the proximate to shells from carbon levels palm worth of 7.45 %. Influence variation basisitas ferromangan best to quantity is on trial both the basisitas 0,7 gr 688 in composition of raw materials, pellet gr 5.000 palm gr 4.000 shells, and limestone gr 1.150. The best quality ferromangan obtained in the manganese and the percentage ekstrasi manganese basisistas 0,9 obtained the, the successive 18,41 % and 24,68 %.

Abstrak. Ferromangan merupakan bentuk paduan antara unsur ferro dan unsur mangan dimana ferro dan mangan merupakan unsur yang dominan. Kandungan unsur didalam bongkahan mangan antara 20%-25%. Sedangkan unsur paduan yang ada dalam bongkahan mangan adalah karbon (C) 7,21%, silika (Si) 8,14%, posfor (P) 0,22%, dan sulfur (S) 0,02%, selebihnya unsur ferro (Fe). Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variasi basisitas slag (CaO/SiO₂) terhadap kualitas dan kuantitas ferromangan dengan menggunakan cangkang sawit sebagai reduktor. Proses yang dilakukan untuk mendapatkan ferromangan dari bijih mangan menggunakan proses *smelting* dengan tanur busur listrik. Pengujian yang digunakan adalah Uji X-Ray Fluoresensi (XRF), Uji X-Ray Diffraction (XRD), Uji Optical Emission Spectroscopy (OES) dan Uji Struktur Mikro. Hasil dari uji proksimat pada cangkang sawit didapat kadar fixed karbon sebesar 7.45%. Pengaruh variasi basisitas terhadap kuantitas Ferromangan terbaik terdapat pada percobaan kedua yaitu basisitas 0,7 sebesar 688 gr pada komposisi bahan baku pellet 5.000 gr, cangkang sawit 4.000 gr, dan batu kapur 1.150 gr. Kualitas terbaik ferromangan diperoleh dengan kadar mangan dan persentase ekstrasi mangan diperoleh basisistas 0,9 dengan nilai berturut-turut yaitu, 18,41% dan 24,68%.

Kata kunci: basisitas, bijih mangan, cangkang sawit, feromangan, reduktor .

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Kebutuhan barang tambang mangan saat ini meningkat seiring peningkatan teknologi dan kebutuhan akan mangan. Saat ini 90% produksi mangan masih dikonsumsi industri baja dan untuk keperluan ini biasanya digunakan campuran besi mangan, yaitu feromangan [1]. Feromangan diproduksi dengan mereduksi campuran besi dan oksida mangan dengan karbon. Bijih mangan yang paling utama adalah pirolisit, MnO₂. Mangan merupakan salah satu produk pertambangan dengan kegunaan luar biasa. Komoditas yang termasuk

dalam kelompok dua belas mineral di kulit bumi menjadi bahan baku yang tidak tergantikan di industri baja dunia [2].

Sejalan dengan laju perkembangan industri baja di Indonesia, kebutuhan ferromangan dari tahun ke tahun semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, hingga saat ini sebagian besar atau hampir keseluruhan dari kebutuhan ferromangan diimpor dari luar. Menurut Koesnohadi [3] kebutuhan Mn-alloy (feromangan) di Indonesia pada tahun 2004 sebesar 20.000 ton/tahun dan pada tahun 2009 sebesar 63.000

ton/tahun. Kebutuhan *ferromangan* untuk pembuatan baja kasar adalah 10,6 kg FeMn/ton baja kasar [4].

Cangkang kelapa sawit merupakan limbah dari hasil pengolahan minyak kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Karbon/arang aktif adalah arang yang diaktifkan dengan cara perendaman dalam bahan kimia seperti H_3PO_4 , $ZnCl_2$, HCl , H_2SO_4 , $CaCl_2$, K_2S , $NaCl$, dan lain-lain. Arang aktif mengandung unsur selain karbon yang terikat secara kimiawi, yaitu hidrogen dan oksigen. Kedua unsur tersebut berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya karbonisasi atau dapat juga terjadi ikatan pada proses aktivasi. Adanya hidrogen dan oksigen mempunyai pengaruh yang besar pada sifat-sifat karbon aktif. atau dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam bahan, sehingga pori-pori bahan menjadi lebih terbuka [5]. Sehingga perlu dicoba cangkang sawit tersebut sebagai reduktor dari campuran bijih mangan. Menurut Tumpal [6] cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan reduktor yaitu berdasarkan dari hasil perhitungan komposisi yang didapat antara lain : kadar air 13,56%, kadar abu

1,39%, kadar zat terbang 77,57%, kadar karbon 7,45%.

Dalam proses peleburan logam (*smelting*) hal yang harus diperhatikan adalah basisitas *slag*, karena semakin sedikit kandungan *slag*, akan menghasilkan produk logam yang baik dan berkualitas. Hal ini berlaku juga terhadap proses *smelting* bijih mangan menjadi ferromangan. Basisitas akan mempengaruhi titik lebur dari *slag*, temperatur leleh dan mampu alir pada saat *smelting*. Penelitian tentang basisitas saat ini masih tergolong sedikit, oleh karena itu saya berniat untuk mengembangkan penelitian yang berkaitan tentang *ferromangan*, adapun bahan reduktor yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit. Hal ini tentu akan mempengaruhi proses perhitungan basisitas *slag* secara teoritis. Basisitas adalah perbandingan antara mineral yang terbentuk dari oksida-oksida seperti CaO berbanding SiO_2 , oleh karena itu pada penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi basisitas *slag* terhadap kualitas ferromangan. Parameter proses yang dilihat adalah produk ferromangan dan komposisi yang dihasilkan.

Tabel 1. klasifikasi ferromangan menurut ASTM (ASTM,1993)

| Kadar (%) | Ferromangan kadar karbon Rendah | | | Ferromangan kadar karbon menengah | | | Ferromangan standar | | | Spiegel Eisen | | |
|-----------|---------------------------------|---------|---------|-----------------------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------------|-----------|-----------|
| | Grade A | Grade B | Grade A | Grade B | Grade C | Grade D | Grade A | Grade B | Grade C | Grade A | Grade B | Grade C |
| Mn | 85-90 | 80-85 | 80-85 | 80-85 | 80-85 | 80-85 | 78-82 | 76-78 | 74-76 | 16,0-19,0 | 19,0-21,0 | 21,0-23,0 |
| C(max) | 0,75 | 0,75 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Si(max) | 2,0 | 5,0-7,0 | 1,0 | 1,5 | 0,70 | 0,53 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0-3,0 | 1,0-3,0 | 1,0-3,0 |
| P(max) | 0,20 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,080 | 0,080 | 0,080 |
| S(max) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |

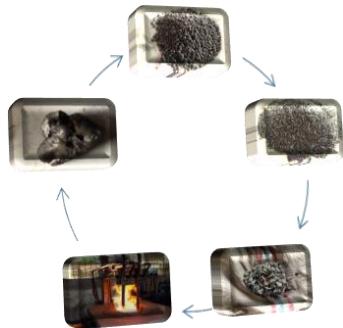
Metode Penelitian

Secara garis besar percobaan ini meliputi beberapa tahap penelitian sebagai berikut :

1. Preparasi dan analisis bijih mangan, batu kapur, dan cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku untuk pembuatan ferromangan.
2. Cangkang kelapa sawit yang sudah dikeringkan kemudian ditimbang 4000 gr untuk bahan baku *smelting*.
3. Batu kapur yang diperoleh masih dalam bentuk bongkahan sehingga perlu dilakukan pengecilan ukuran melalui proses penghancuran. Proses penghancuran menggunakan mesin *jaw crusher* sehingga diperoleh batu kapur dengan ukuran 1-3 cm.

4. Pada mangan juga dilakukan pengecilan ukuran, setelah itu terlebih dahulu dihaluskan hingga ukuran -100 mesh menggunakan *ball mill*. Kemudian bijih mangan dijadikan pellet. Proses pembuatan peletisasi merupakan pencampuran bijih mangan dicampur dengan tepung tapioca yang berfungsi sebagai perekat sehingga berbentuk pellet dengan ukuran 1-2 cm. Setelah terbentuk jadi pellet kemudian dilakukan proses *Smelting*.
5. Proses *smelting* adalah pencampuran bahan cangkang kelapa sawit yang berfungsi sebagai reduktor, bijih mangan yang sudah dibentuk menjadi pellet, kemudian dilakukan penambahan variasi basisitas *slag* dengan 0,3; 0,7; 0,8; 0,9 dan 1,1 selama 60 menit dalam satu kali *smelting*. Pada

smelting ini peleburan menggunakan EAF (*electric arc furnace*). Selanjutnya dari hasil peleburan didinginkan selama 24 jam untuk memisahkan logam paduan Ferromangan (FeMn) dan slag. Setelah terdapat pemisahan logam ferromangan dan basisitas slag dilakukan pengujian analisis kimia untuk mengetahui komposisi bahan baku. Dari hasil smelting didapatkan logam FeMn dan slag yang selanjutnya dilakukan pengujian XRF, XRD, OES dan struktur mikro lalu dilakukan analisis data.



Gambar 1. Proses Smelting

Hasil dan Pembahasan

1 Preparasi dan Analisis Bahan Baku

Bijih mangan dan batu kapur yang diperoleh masih dalam bentuk bongkahan sehingga perlu dilakukan pengecilan ukuran melalui proses penghancuran. Proses penghancuran menggunakan mesin *jaw crusher* sehingga diperoleh bijih mangan dengan ukuran 1-3 cm. Selanjutnya dilakukan analisis kimia untuk mengetahui komposisi bahan baku. Penentuan komposisi kimia dari bijih mangan dan batu kapur dilakukan menggunakan XRF. Sampel bijih mangan dan batu kapur terlebih dahulu dihaluskan hingga ukuran -200 mesh menggunakan *ball mill*. Tabel 2. menunjukkan hasil analisis XRF biji mangan dan Tabel 3. menunjukkan hasil analisis XRF batu kapur.



Gambar 2. (a). Batu Kapur (b). Pellet (c). Cangkang sawit

Tabel 2. Hasil Analisis XRF Sampel Bijih Mangan

| Unsur | Jumlah (%) | Unsur | Jumlah (%) | Unsur | Jumlah (%) |
|-------|------------|-------|------------|-------|------------|
| Si | 43,361 | Ti | 0,17 | Cr | 0,01591 |
| Fe | 27,847 | Ni | 0,0435 | Zr | 0,01203 |
| Mn | 22,83 | S | 0,04266 | V | 0,01029 |
| Al | 2,242 | Sn | 0,04262 | Y | 0,00987 |
| Ca | 2,028 | Sr | 0,03623 | Sc | 0,00559 |
| Mg | 0,381 | Cu | 0,03483 | Rb | 0,00327 |
| P | 0,331 | Zn | 0,02377 | Mo | 0,00261 |
| K | 0,307 | Te | 0,01649 | | |

| Unsur | Tabel 3. Hasil Analisis XRF Sampel Batu Kapur | | | | |
|-------|---|-------|------------|-------|------------|
| | Jumlah (%) | Unsur | Jumlah (%) | Unsur | Jumlah (%) |
| Ca | 93,732 | Ti | 0,09934 | Zr | 0,0039 |
| Si | 2,349 | Sr | 0,09382 | Pb | 0,00377 |
| Fe | 1,551 | Sn | 0,03613 | Cu | 0,00348 |
| Al | 1,094 | Te | 0,01311 | Lu | 0,0089 |
| Mg | 0,469 | Zn | 0,01128 | Hg | 0,0072 |
| Mn | 0,267 | S | 0,00944 | As | 0,0048 |
| K | 0,257 | V | 0,0049 | | |

2 Proses Mendapatkan (*fixed carbon*)

Untuk mendapatkan *fixed carbon* pada cangkang kelapa sawit maka perlu dilakukan pemanasan kedalam *furnace*, setelah melewati tahapan pemanasan maka arang cangkang kelapa sawit dapat dihitung kadarnya yang meliputi kadar air total, kadar zat terbang, kadar abu, kemudian akan didapat total carbon yang terdapat pada arang. *Fixed carbon* menjadi parameter kualitas suatu cangkang kelapa sawit atau reduktor, Secara umum reduktor dengan *fixed carbon* tinggi memiliki kalori yang tinggi pula.

Tabel 4. Hasil Pengujian Cangkang Sawit

| Parameter | Hasil (%) |
|-------------------|-----------|
| Kadar Air | 13,56 |
| Kadar Abu | 1,39 |
| Kadar Zat Terbang | 77,57 |
| Kadar Karbon | 7,45 |

3 Hasil Uji X-Ray Fluorescence (XRF) dan Uji Spektroskopi Emisi Optik (OES)

Sampel yang dihasilkan pada proses peleburan dibagi menjadi dua yaitu logam FeMn dan Basisitas slag, dimana slag akan dianalisa menggunakan XRF. Hasil pengujian X-ray fluorescence (XRF) dan Spektroskopi Emisi Optik (OES) pada FeMn dengan variasi basisitas ditampilkan pada Tabel 5.

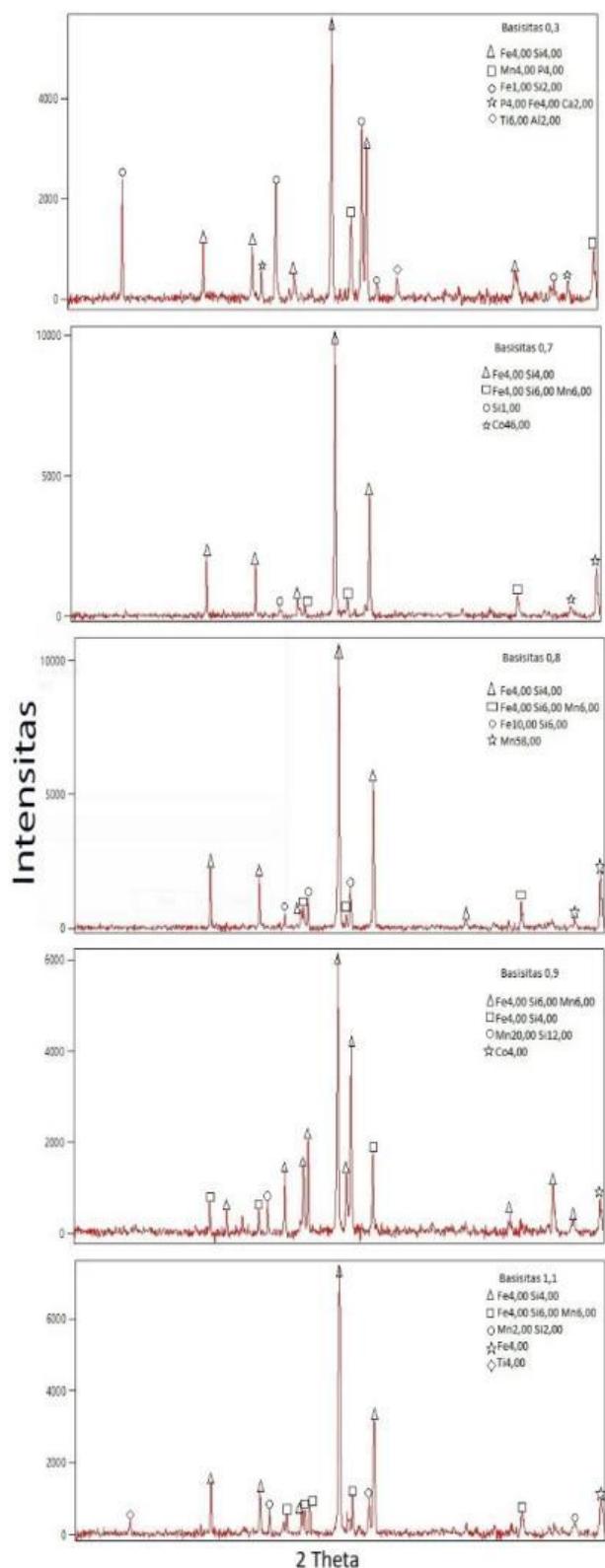
Analisa pada pengujian komposisi unsur dilakukan dengan menggunakan alat uji Spektroskopi Emisi Optik (OES). Pengujian komposisi unsur ini bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat dalam benda uji. Pengujian dilakukan dengan penembakan terhadap permukaan sampel uji dengan gas argon. Penembakan dilakukan sebanyak 3 titik.

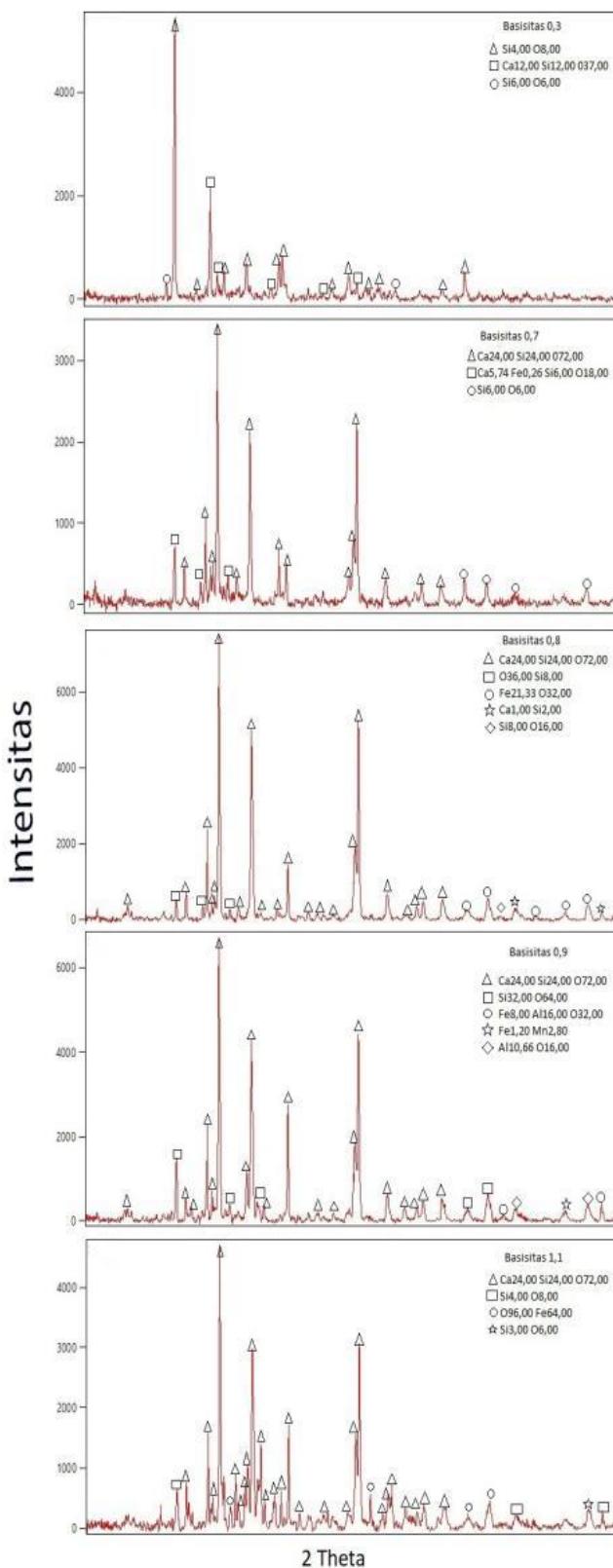
Tabel 5. Hasil XRF dan OES Pada FeMn

| Unsur | Percobaan (%) | | | | |
|-------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,3 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,1 |
| Fe | 60,93 | 66,12 | 64,47 | 64,96 | 60,58 |
| Mn | 22,82 | 23,28 | 22,35 | 23,4 | 22,36 |
| Si | 14,27 | 5,27 | 8,06 | 6,21 | 6,89 |
| C | 0,21 | 0,16 | 2,47 | 0,55 | 3,82 |
| S | 0,0216 | 0,0168 | 0,0158 | 0,0217 | 0,0538 |
| P | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 1,14 |

4 Hasil Uji X-Ray Diffraction (XRD)

Pada penelitian ini, pengujian XRD dilakukan pada sampel logam FeMn dan slag. Pengujian logam FeMn dan slag menggunakan XRD akan memberikan hasil secara kualitatif setiap senyawa yang terkandung didalam logam FeMn dan slag. Untuk dapat mengetahui fasa-fasa yang terbentuk pada sampel, maka dilakukan karakterisasi sampel menggunakan *X-Ray Diffraction* yang kemudian dianalisis secara kualitatif. Proses analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan program HSP (*High Score Plus*) melalui metode pencocokan data hasil pengukuran difraksi yang didapat dari sampel dengan database COD (*Crystallography Open Database*). Pada pengujian XRD ini panjang gelombang adalah 1,54060 Å. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

**Gambar 3.** Hasil Pengujian XRD Logam Ferromangan (FeMn)



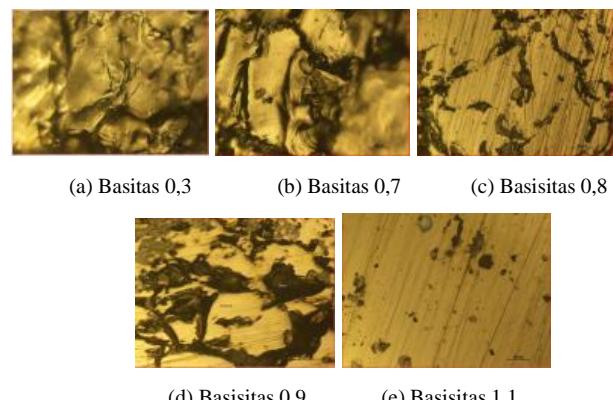
Gambar 4. Hasil Pengujian XRD pada Slag

Pada Gambar 3. ditunjukkan hasil analisis XRD dari serbuk *ferromangan* (FeMn) dengan basisitas 0,3, 07, 0,8 ,0,9 dan 1,1 menunjukkan fasa yang dominan yaitu fasa Fe dan Si. Untuk mengetahui fasa yang terbentuk dilakukan analisa menggunakan

software *X'pert High Score*. Sedangkan pada Gambar 4 hasil analisis XRD pada slag menunjukkan fasa yang dominan yaitu fasa Si dan Ca, pada pola hasil XRD slag memperlihatkan bahwa terdapat puncak (*peak*) lebih banyak.

5 Hasil Uji Mikroskop

Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop *Olympus Metallurgical Microscope* dengan pembesaran yang optimal, sedangkan untuk pemotretan dilakukan dengan tambahan alat *Olympus Photomicrographic System*.

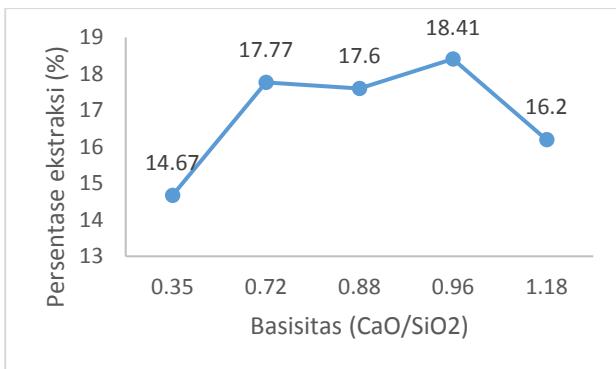


Gambar 5. Hasil mikroskop pada variasi basisitas dengan perbesaran 20X

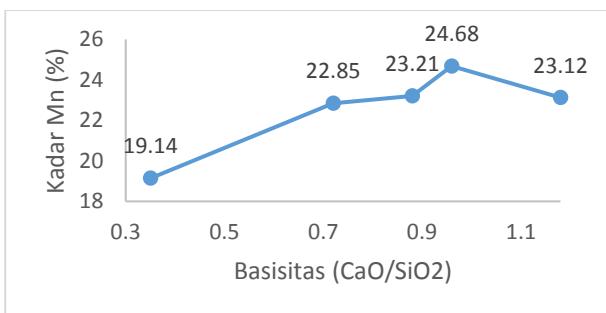
Pada Gambar 5. (d) menunjukkan struktur mikro dari basisitas 0,9 dengan perlakuan yang sama. Struktur mikro basisitas 0,9 terdiri dari fasa ferit dan fasa austenit. Fasa ferit berwarna lebih gelap sedangkan fasa austenit berwarna terang. Ferit terbentuk ketika pada temperatur tertentu austenit harus bertransformasi menjadi ferit karena tingkat energi tidak cukup untuk melarutkan karbon pada jumlah banyak.

6 Pengaruh Variasi Basisitas Terhadap Kualitas FeMn

Kadar mangan dan persentase ekstraksi mangan terbesar diperoleh pada penambahan batu kapur 3.450 gr dengan nilai berturut-turut yaitu 18,41% dan 24,68%Mn. Gambar 6 yang menunjukkan persentase ekstraksi (%) tertinggi terdapat pada basisitas 0,9 sedangkan pada Gambar 7 menunjukkan kadar mangan (%) tertinggi terdapat pada basisitas 0,9.



Gambar 6. Pengaruh Basisitas Terhadap Persentase Ekstrasi %

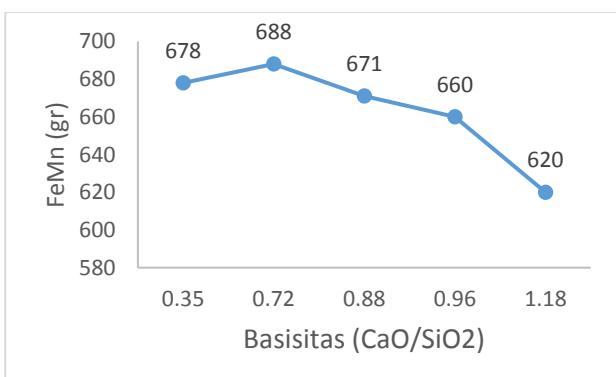


Gambar 7. Pengaruh Basisitas Terhadap Kadar Mn.

Basisitas slag yang diperoleh seiring bertambahnya batu kapur cenderung meningkat. Basisitas slag yang dipakai dalam perhitungan yaitu perbandingan persentase berat $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2)$. Semakin bertambahnya batu kapur yang digunakan maka semakin besar juga nilai CaO sehingga basisitas slag meningkat.

7 Pengaruh Variasi Basisitas Terhadap Kuantitas FeMn

Pengaruh penambahan batu kapur terhadap proses pembuatan ferromangan dipelajari dengan melihat efeknya terhadap berat produk ferromangan, kadar mangan, persentase ekstraksi mangan, basisitas terak, dan komposisi produk ferromangan.



Gambar 8. Pengaruh basisitas terhadap produk FeMn

Berdasarkan Gambar 8. dapat terlihat bahwa terjadi 2 fenomena hasil percobaan terhadap berat produk ferromangan dengan variasi basisitas. Fenomena pertama yaitu produk FeMn yang dihasilkan meningkat seiring meningkatnya basisitas dari 0,3 sampai 0,7 dengan jumlah produk 678 gr dan 688 gr. Peningkatan ini dapat disebabkan oleh jumlah pengatur dalam hal ini SiO_2 , Al_2O_3 terikat oleh fluks (CaCO_3) sehingga kadar Si pada produk semakin sedikit, sehingga Fe dan Mn yang tereduksi dan melting menjadi logam semakin banyak. Hal ini juga dapat dilihat dari hasil XRF pada Tabel 4. Hal ini juga dikuatkan oleh hasil analisis XRD yang ditampilkan pada Gambar 3 dimana unsur yang dominan adalah Fe dan Si sesuai dengan nomer referensi data (COD 96-101-1344) dan pada $2\theta = 2,01624$ dan $44,921$. Fenomena kedua adalah kecenderungan terjadinya penurunan produk ferromangan yang dihasilkan seiring meningkatnya basisitas terak

Kesimpulan

Pengaruh variasi basisitas terhadap kualitas dilihat dari persentase ekstrasi yang didapatkan dari ferromangan terbaik diperoleh pada basisitas 0,9 dengan nilai kadar mangan dan persentase ekstraksi mangan yaitu 24,68% Mn dan 18,41%, sedangkan kuantitas ferromangan dilihat dari produk terbaik terdapat pada percobaan kedua yaitu, basisitas 0,7 sebesar 688 gr pada komposisi bahan baku pellet 5000 gr, cangkang kelapa sawit 4000 gr, dan batu kapur 1150 gr

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Balai Penelitian Teknologi Mineral LIPI Lampung.

Referensi

- [1] Salak A., Selecka M, dan Bureš R. 2001. Electrolytic Manganese and Ferromanganese Powder Grades: Physical-Metallurgical and Technical Characteristics. Powder Metallurgy Progress. Vol. 1, No. 1. Pp. 97-114.
- [2] Cardaklı, I. S., Sevinc, N., Ozturk, T., 2010. Production of High Carbon Ferromanganese from a Manganese Ore Located in Erzincan. Turkish J. Eng. Env. Sci., 35, 31-38
- [3] Koesnohadi, 2009. Prospek pengembangan industri ferromangan di Indonesia, *Prosiding Seminar Nasional Besi Baja*
- [4] Supriyatna, Y.I., 2013. Studi Pengolahan Bijih Mangan Menjadi Ferromangan Menggunakan Tanur Busur Listrik Satu Fase, Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, Vol.9, No.1, 50-60.
- [5] Rahmawati, E. Adsorpsi Senyawa Residu Klorin Pada Karbon Aktif Termodifikasi Zink Klorida. Skripsi FMIPA IPB. Bogor, 2006
- [6] Tumpal Ojahan R, Affryan., 2019.“Pemanfaatan Cangkang Sawit Sebagai Bahan Reduktor Terhadap Bijih Mangan” Prosiding SENIATI, ISSN:2085-4218 Vol5 no 4 ITN MALANG
- [7] American Society for Testing and Materials (ASTM), 1993. Annual Book of ASTM Standards - Ferrous Castings; Ferroalloys, Volume 01.02, 59-61
- [8] Fansuri, H., 2010., Modul Pelatihan Operasional XRF. Laboratorium Energi dan Rekayasa. LPPM ITS.

- [9] Subagja, Rudi., Erlinda, Rustiadi, 1983. Studi ferro-mangan, Laporan Penelitian Lembaga Metalurgi Nasional - LIPI
- [10] Supriyatna, Y.I., M, Amin., Suharto. 2012. Pengaruh Reduktor pada Proses Reduksi Pelet Bijih Besi Lampung. ISSN: 2089-3582. Vol. 3. No. 1
- [11] Welebeloved, D.B., Craven, P.M., and Waudby J.W., 2012. Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry: Manganese and manganese alloys, Wiley – VCH Verlag GmbH & Co, Weinheim, Vol.22, 185-193