

## PREPARASI DAN PENENTUAN JENIS OKSIDA BESI PADA MATERIAL MAGNETIK PASIR BESI LANSILOWO

*Ricka Prasdiantika*

Fakultas Teknik Universitas Pandanaran Semarang, Indonesia  
Email: [ricka.prasdiantika@yahoo.co.id](mailto:ricka.prasdiantika@yahoo.co.id)

*Susanto*

Fakultas Teknik Universitas Pandanaran Semarang, Indonesia  
Email: [susanto.chem@gmail.com](mailto:susanto.chem@gmail.com)

### ABSTRACT

*This study aims to preparation, identify the content, and determine the type of iron oxide on the magnetic material from Iron Sand Lansilowo. Magnetic material is separated from iron sand using an external magnet. Magnetic material washes by using aquadest and dried at 80 °C. Materials were characterized by X-Ray fluorescence (XRF), Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectrophotometer, X-ray diffractometer (XRD) and Transmission electron microscope (TEM). The results show that the magnetic material of iron sand Lansilowo contains elements of Fe (46.13%), the element Cr (28.08%), Mg (10,11%), Si (8,20%) and other minor elements. Iron oxide contained in iron sand Lansilowo is dominated by magnetite iron oxide ( $Fe_3O_4$ ). The results of characterization show that the magnetic material of iron sand still contain oxide impurities such as silica oxide and chromium oxide.*

**Keywords:** *Magnetite; Magnetic material; Iron oxide; Iron sand; Preparation*

### ABSTRAK

Tulisan ini bertujuan untuk mempreparasi, mengidentifikasi kandungan, dan menentukan jenis oksida besi pada material magnetik dari Pasir Besi Lansilowo. Material magnetik dipisahkan dari pasir besi dengan menggunakan magnet eksternal. Material magnetik pasir besi yang diperoleh dicuci dengan menggunakan akuades dan dikeringkan pada temperatur 80 °C. Karakterisasi material dilakukan dengan *X-Ray Fluorescence (XRF)*, *Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectrophotometer*, *X-Ray Difraktometer (XRD)* dan *Transmission Electron microscope (TEM)*. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa material magnetik pasir besi Lansilowo mengandung unsur Fe (46,13%), unsur Cr (28,08%), Mg (10,11%), Si (8,20%) dan unsur minor lainnya. Oksida besi yang terkandung pada pasir besi Lansilowo didominasi oleh oksida besi magnetit ( $Fe_3O_4$ ). Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa material magnetik pasir besi masih mengandung oksida pengotor seperti oksida silika dan oksida krom.

**Kata kunci:** *Magnetit; Material magnetik; Oksida besi; Pasir besi; Preparasi.*

## PENGANTAR

Seiring dengan berkembangnya teknologi, saat ini magnet tidak hanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan baja saja, tetapi juga digunakan pada berbagai bidang seperti elektrokimia [1] elektronika [2] katalitik [3] dan ilmu kedokteran [4]. Pengembangan industri magnet memiliki peranan yang sangat penting karena teknologi tersebut memiliki ketergantungan terhadap penggunaan magnet sebagai salah satu komponen di dalamnya [5].

Material yang memiliki sifat magnet diantaranya material-material oksida besi seperti hematit ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), maghemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ), dan magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), material sulfida besi seperti pirhotit ( $\text{Fe}_7\text{S}_8$ ), dan greigit ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ) [6]. Penelitian penggunaan material oksida-oksida besi sudah banyak dilakukan dalam berbagai bidang [7].

Oksida besi maghemit digunakan sebagai bahan superkapasitor suatu elektroda [8]. Magnetit banyak digunakan sebagai agen *drug delivery* untuk membawa obat ke bagian tertentu tubuh manusia dan agen kontras pada *magnetic resonance imaging* (MRI) [7]. Material magnetik nanopartikel yang dimodifikasi dengan polimer digunakan untuk mengadsorpsi ion logam seperti Cd(II), Zn(II), Pb(II), dan Cu(II) [9].

Ketiga material magnetik tersebut biasanya disintesis di laboratorium dengan menggunakan metode co-presipitasi [10]. Sumber material magnetik yang digunakan biasanya berasal dari prekursor  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  [11],  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  [12] atau  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  [13]. Namun, prekursor tersebut relatif mahal dan menghasilkan limbah baru. Oleh karena itu, diperlukan sumber material magnetik yang lebih efektif, efisien, dan ramah bagi lingkungan untuk mengganti prekursor tersebut. Sumber material magnetik tersebut dapat diganti dengan material magnetik yang berasal dari pasir besi alam.

Pasir besi pada umumnya mempunyai komposisi utama oksida besi yaitu magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), dan maghemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) [14], beberapa senyawa oksida lain seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO, dan  $\text{SiO}_2$  [15]. Pasir besi di Indonesia banyak ditemukan di pesisir pantai

seperti pesisir pantai Masang Sumatera Barat [16], pesisir pantai selatan Kebumen Kutoarjo [17], dan pesisir pantai Utara Pulau Jawa [18].

Pulau Sulawesi memiliki beberapa wilayah dengan potensi bahan galian dan mineral ikutan yang sangat baik, seperti Desa Tetewatu, Desa Sonai, Desa Tawangga yang terletak di Kabupaten Konawe [19] dan Pulau Luwu Timur Sulawesi Selatan [20]. Potensi bahan galian yang terdapat di daerah tersebut antara lain laterit-nikel, magnesit, kromit, besi, kuarsa, batu gamping, batu pasir dan batu lempung [19]. Namun, penelitian tersebut hanya mengoptimalkan potensi bahan galian dan mineral lainnya di wilayah daratan, belum mengoptimalkan potensi bahan alam di wilayah pesisir pantai. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengoptimalkan potensi bahan alam di wilayah pesisir pantai yang dimungkinkan memiliki kandungan bijih besi yang lebih banyak.

Bijih besi dalam endapan pasir besi memiliki komposisi dengan kadar yang bervariasi di setiap wilayah. Bijih besi yang berasal dari Sukabumi Jawa Barat memiliki komposisi kimia yaitu Fe 76,93%, Ti 21,02%, Mn 0,91%, Zn 0,08%, Nb 0,03%, V 0,36%, Sn 0,07% dan Sb 0,14% [21]. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi material pasir besi untuk mengetahui kandungan dan kadar komposisi pasir besi dari suatu wilayah.

Bijih besi yang diperoleh dari pasir besi biasanya bercampur dengan tanah, sehingga dibutuhkan suatu cara untuk memurnikan pasir besi. Pada skala laboratorium material magnetik pasir besi dipreparasi secara manual menggunakan magnet eksternal [22]. Material magnetik yang dipreparasi dengan menggunakan magnet eksternal masih mengandung beberapa pengotor [23]. Oleh karena itu, material magnetik perlu dimurnikan dengan mencuci material magnetik menggunakan air untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang tidak dapat ditarik oleh magnet eksternal.

Dalam penelitian ini dilaporkan pemisahan material magnetik dari pasir besi menggunakan magnet eksternal, preparasi material magnetik dengan pencucian menggunakan

akuades, karakterisasi material magnetik, identifikasi kandungan material magnetik, dan penentuan jenis oksida besi pada material magnetik pasir besi Lansilowo. Penelitian ini dapat memberikan alternatif penggunaan pasir besi sebagai sumber material magnetik.

### Bahan dan Metode

Bahan-bahan yang digunakan untuk preparasi material magnetik pasir besi yaitu pasir besi yang berasal dari pesisir pantai Desa Lansilowo Kecamatan Wawonii Utara Kabupaten Konawe Kepulauan Propinsi Sulawesi Tenggara dan akuades.

Peralatan yang digunakan meliputi peralatan preparasi dan peralatan analisis. Peralatan preparasi terdiri dari gelas ukur berbagai ukuran, gelas Beaker berbagai ukuran, lumpang, mortar porselen, neraca analitik (Meter AE 160), dan magnet eksternal (Niobium).

Peralatan analisis yang digunakan yaitu *X-Ray Fluoresence (XRF)* PAnalytical Minipal 4 untuk identifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam material, *Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FT-IR)* Shimadzu FTIR-PRESTIGE 21 untuk identifikasi gugus fungsional material, *X-Ray Difraktometer (XRD)* Shimadzu 6000 untuk identifikasi jenis material, kristalinitas, dan ukuran kristal material, dan *Transmission Electron microscopy (TEM)* JEOL JEM-1400 untuk mengamati morfologi material.

### Prosedur Kerja

Sebanyak 60 gram pasir besi dipisahkan dengan menggunakan magnet eksternal. Padatan yang tertarik oleh magnet eksternal dikeringkan pada oven dengan temperatur 80°C selama 24 jam, kemudian digerus dan ditimbang. Serbuk pasir besi yang diperoleh dikarakterisasi dengan XRF, spektrofotometer FT-IR, XRD, dan TEM. Pekerjaan diulangi dengan mencuci material magnetik menggunakan akuades sebanyak tiga kali.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel pasir besi diperoleh dari pesisir pantai Desa Lansilowo Kecamatan Wawonii

Utara Kabupaten Konawe Kepulauan Propinsi Sulawesi Tenggara. Pasir besi dipisahkan dengan menggunakan magnet eksternal untuk memisahkan material magnetik dari pengotor-pengotornya yang tidak dapat tertarik oleh magnet eksternal. Pemisahan material magnetik dari 60 gram sampel pasir besi dilakukan sebanyak tiga kali. Pemisahan material magnetik tersebut menghasilkan massa rata-rata sebanyak 8,15 gram. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rendemen material magnetik yang diperoleh sekitar 13,58%. Hasil pemisahan pasir besi ditunjukkan pada Gambar 1.



(a) (b)

Gambar 1.

Pasir Besi (a) Sebelum, dan (B) Sesudah Dipisahkan Dengan Magnet Eksternal

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa pasir besi Lansilowo sebelum dipisahkan dengan magnet eksternal berwarna hitam keabu-abuan. Setelah dilakukan pemisahan dengan menggunakan magnet eksternal, diperoleh material magnetik pasir besi yang berwarna hitam seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1 (b). Warna hitam tersebut mengindikasikan bahwa secara visual oksida besi yang terkandung pada material magnetik tersebut didominasi oleh oksida besi magnetit [14,24]. Namun, diperlukan karakterisasi lebih lanjut untuk mendukung identifikasi jenis oksida besi [22] dan kandungan dari material magnetik pasir besi tersebut.

Material magnetik yang telah dipisahkan dengan menggunakan magnet eksternal dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Fluoresence (XRF)* untuk menentukan kandungan dari material magnetik pasir besi dan unsur-unsur pengotor yang tidak dapat dipisahkan dengan magnet eksternal. Hasil karakterisasi material

magnetik pasir besi menggunakan XRF terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi XRF Material Magnetik Pasir Besi Lansilowo

Unsur	Kadar Komposisi (%)
Fe	46,13
Cr	28,08
Mg	10,11
Si	8,20
Al	4,24
Pr	0,45
Mn	0,43
Ti	0,42
K	0,36
Cl	0,29
Ca	0,23
P	0,22
Zn	0,22
Ni	0,19
S	0,14
Co	0,13
Ce	0,13
Sn	0,02

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa material magnetik pasir besi Lansilowo mengandung unsur-unsur mayor seperti unsur Fe dengan kadar sekitar 46,13%, unsur Cr dengan kadar sekitar 28,08%, Mg dengan kadar sekitar 10,11%, Si dengan kadar sekitar 8,20%, Al dengan kadar sekitar 4,24%, dan unsur minor lainnya.

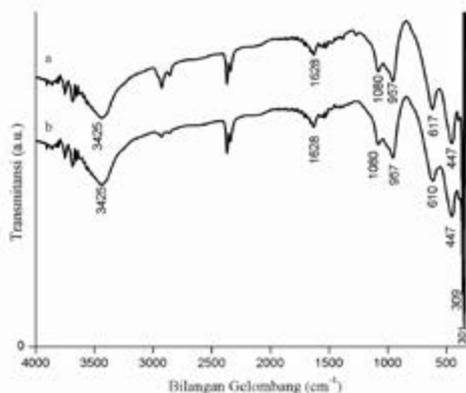
Berdasarkan hasil karakterisasi XRF tersebut, terlihat bahwa unsur Fe memiliki kadar yang paling tinggi dan mendominasi komposisi material magnetik dari pasir besi Lansilowo. Kadar Fe yang cukup tinggi tersebut disebabkan oleh faktor preparasi sampel yang dilakukan dengan menggunakan magnet eksternal dan faktor kondisi geografis daerah diperolehnya sampel.

Pada hasil XRF tersebut terlihat bahwa kadar unsur Cr pada material magnetik ini cukup besar. Kadar unsur Cr yang cukup besar dikarenakan unsur Cr juga merupakan unsur yang bersifat magnetik. Oleh karena itu, ketika material magnetik pasir besi ditarik oleh

magnet eksternal, unsur Cr juga tertarik magnet eksternal. Selain itu, daerah diperolehnya sampel juga merupakan daerah penghasil sumber daya mineral krom. Sehingga material magnetik yang diperoleh masih mengandung unsur Cr dalam jumlah yang cukup banyak.

Unsur-unsur penyusun material magnetik yang diketahui dari hasil identifikasi dengan XRF ini keberadaannya bukan dalam keadaan unsur murni, tetapi cenderung dalam bentuk oksida. Oleh karena itu, material magnetik perlu dikarakterisasi lebih lanjut untuk mengetahui oksida-oksida yang ada dalam material magnetik.

Material magnetik dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR untuk mengetahui gugus fungsional yang ada dalam material, dan mengidentifikasi jenis oksida besi berdasarkan jenis ikatan Fe dengan atom lain. Hasil karakterisasi material magnetik pasir besi menggunakan spektrofotometer FT-IR terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektra FT-IR a) Material magnetik pasir besi, b) Material magnetik pasir besi cuci H<sub>2</sub>O

Berdasarkan Gambar 2, teridentifikasi beberapa pita serapan dari hasil preparasi material magnetik, di antaranya terdapat pita serapan pada bilangan gelombang 1628 cm<sup>-1</sup> yang mengindikasikan vibrasi tekuk dari gugus hidroksida (O-H) pada permukaan oksida besi (Fe-OH) atau silanol (Si-OH) [26]. Pada bilangan gelombang 3425 cm<sup>-1</sup> merupakan vibrasi ulur O-H dari Fe-OH atau

Si-OH [27]. Munculnya vibrasi gugus O-H dari Si-OH pada bilangan gelombang  $1628\text{ cm}^{-1}$  dan  $3425\text{ cm}^{-1}$  yang tumpang tindih dengan vibrasi gugus O-H dari Fe-OH mengindikasikan bahwa pada material magnetik ini terdapat silika [28].

Keberadaan silika pada material magnetik ini juga ditunjukkan dengan munculnya bilangan gelombang pada puncak  $1080\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan serapan karakteristik untuk vibrasi ulur asimetri Si-O dari gugus siloksan Si-O-Si, bilangan gelombang  $957\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan vibrasi ulur Si-O dari silanol Si-OH [29], dan pada bilangan gelombang  $301\text{--}309\text{ cm}^{-1}$  dan  $447\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi tekuk Si-O dari Si-O-Si [30].

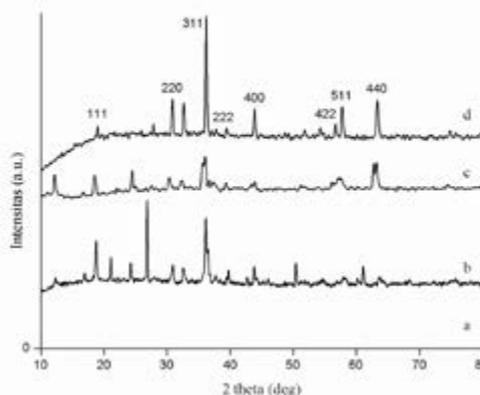
Berdasarkan Gambar 2, terlihat muncul bilangan gelombang  $610\text{--}617\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi ulur dari Fe-O [25]. Vibrasi ulur tersebut mengindikasikan vibrasi ulur Fe-O dari magnetit. Hal ini didukung oleh analisis spektra FT-IR dari magnetit dicirikan oleh pita serapan yang lebar disekitar bilangan gelombang  $636\text{ cm}^{-1}$  [31], dan kurang dari  $700\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ikatan Fe-O dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  [32]. Hal ini menunjukkan bahwa material magnetik pasir besi mengandung oksida besi magnetit.

Pada Gambar 2 juga terlihat spektra FT-IR dari material magnetik setelah dilakukan pencucian menggunakan  $\text{H}_2\text{O}$ . Hasil spektrofotometer FT-IR tersebut menunjukkan adanya sedikit pergeseran bilangan gelombang untuk beberapa puncak serapan pada gugus-gugus fungsi utama dari senyawa magnetit. Namun, puncak-puncak tersebut masih dalam range spesiasi vibrasi gugus yang sama. Puncak-puncak serapan karakteristik dari oksida besi magnetit masih terlihat pada spektra FT-IR setelah proses pencucian. Sehingga masih tetap dapat diidentifikasi sebagai serapan gugus fungsi dari material magnetit.

Berdasarkan karakterisasi tersebut, dapat dikatakan bahwa pencucian material magnetik dengan menggunakan  $\text{H}_2\text{O}$  tidak mempengaruhi pergeseran puncak spektra secara signifikan. Oksida besi dari material magnetik pasir besi Lansilowo tetap berupa oksida besi magnetit. Untuk memastikan hal

tersebut, maka dilakukan karakterisasi XRD. Hasil karakterisasi XRD material magnetik pasir besi ditunjukkan pada Gambar 3.

Karakterisasi XRD dilakukan untuk mendapatkan pola difraksi sinar-X dari material magnetik pasir besi dan mengetahui jenis oksida besi yang terkandung didalamnya. Proses identifikasi jenis oksida besi didasarkan pada pencocokan data dengan menggunakan metode *searchmatch*. Pengukuran XRD dilakukan pada rentang  $2\theta=0\text{--}80^\circ$ . Hasil karakterisasi material magnetik dengan menggunakan XRD menghasilkan oksida besi yang dominan berupa magnetit yang sesuai dengan database JCPDS 01-075-0449.



Gambar 3.  
Pola Difraksi Sinar-X: A) JCPDS 01-075-0449, B) Material Magnetik Pasir Besi, C) Material Magnetik Pasir Besi Cuci  $\text{H}_2\text{O}$ , dan D) Magnetit Komersial

Berdasarkan difraktogram tersebut terlihat puncak-puncak karakteristik dari material magnetik pasir besi muncul pada  $2\theta = 18,74^\circ; 30,87^\circ; 36,13^\circ; 43,78^\circ; 53,89^\circ; 57,89^\circ;$  dan  $63,55^\circ$ . Puncak-puncak tersebut bersesuaian dengan difraktogram dari magnetit komersial [33] dengan puncak karakteristik pada  $2\theta = 18,29^\circ; 30,13^\circ; 35,48^\circ; 43,13^\circ; 53,52^\circ; 57,02^\circ;$  dan  $62,62^\circ$ . Kandungan oksida besi yang cukup tinggi pada material magnetik pasir besi dapat terlihat dari tingginya intensitas relatif dan kesesuaian sudut hamburan sinar-X yang dihasilkan.

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa puncak dari material magnetik pasir besi dan material magnetik pasir besi cuci air memiliki kecocokan dengan JCDPS 01-075-0449 dan magnetit komersial.

Berdasarkan hasil karakterisasi menggunakan difraktometer sinar-X masih terlihat puncak residu, yang menunjukkan bahwa terdapat oksida lain yang menyusun material magnetik pasir besi. Oksida tersebut yaitu donatit (Fe,Mg) (Cr,Fe)<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang sesuai dengan JCPDS 00-022-0349, oksida magnesium besi krom (MgFe<sub>2</sub>Cr<sub>1,8</sub>O<sub>4</sub>) yang sesuai dengan JCPDS no 01-071-1257, oksida besi silika (Fe<sub>2,08</sub>O<sub>4</sub>Si<sub>0,92</sub>) yang sesuai dengan JCPDS 01-089-6230, oksida besi alumina (AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) yang sesuai dengan JCPDS 01-089-7408, oksida besi magnesium alumina (MgFeAlO<sub>4</sub>) sesuai dengan JCPDS 00-011-0009, dan titanomagnetit (Fe<sub>4,42</sub>Fe<sub>5,245</sub>Ti<sub>4,72</sub>Al<sub>0,7</sub>Mg<sub>0,4</sub>Cr<sub>0,3</sub>V<sub>0,15</sub>)(Fe<sub>7,82</sub>Mn<sub>0,114</sub>Si<sub>0,06</sub>)O<sub>32</sub> yang sesuai dengan JCPDS 01-074-2034.

Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa material magnetik yang dicuci dengan H<sub>2</sub>O menghasilkan intensitas yang lebih tajam dibandingkan sebelum pencucian. Material magnetik setelah pencucian dengan H<sub>2</sub>O memiliki FWHM yang lebih kecil daripada sebelum pencucian. Hal ini terlihat dari XRD pada material magnetik mengalami penyempitan puncak setelah pencucian. Sehingga material magnetik yang telah dicuci dengan larutan H<sub>2</sub>O memiliki kristalinitas yang lebih tinggi dari pada sebelum pencucian. Kristalinitas dari material magnetik sebelum dan setelah pencucian dengan H<sub>2</sub>O dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Perbandingan Ukuran dan Kristalinitas Material Magnetik

Material	D <sub>xrd</sub> (nm)	Kristalinitas (%)
Material Magnetik	40,98 ± 4,16	33,81
Material Magnetik + H <sub>2</sub> O	23,06 ± 4,60	47,84

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa material magnetik yang tidak dilakukan pencucian menghasilkan kristalinitas sebesar

33,81% dan material magnetik yang dilakukan pencucian menggunakan H<sub>2</sub>O menghasilkan kristalinitas sebesar 47,84%,. Hal ini menunjukkan bahwa kristalinitas material magnetik mengalami peningkatan setelah dilakukan pencucian dengan H<sub>2</sub>O. Hal ini dimungkinkan H<sub>2</sub>O mampu menghilangkan beberapa pengotor pada material magnetik yang tidak dapat ditarik oleh magnet eksternal. Oleh karena itu, kristalinitas dari material magnetik mengalami peningkatan.

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan ukuran kristal dari material magnetik sebelum dan setelah pencucian. Penentuan ukuran kristal tersebut menggunakan persamaan Deybe-Scherrer sebagaimana dikemukakan oleh [34]. Hasil perhitungan ukuran kristal tersebut tersaji pada Tabel 2. Pada tabel tersebut terlihat bahwa material magnetik tanpa pencucian memiliki ukuran kristal sekitar 40,98 ± 4,16 nm, dan material magnetik setelah pencucian memiliki ukuran kristal sekitar 23,06 ± 4,60 nm. Hal ini menunjukkan bahwa material magnetik tanpa pencucian memiliki ukuran kristal yang lebih besar dibandingkan material magnetik setelah pencucian. Hal ini dimungkinkan pada material magnetik tanpa pencucian partikelnya cenderung lebih beragregat, sehingga menyebabkan ukuran kristal dari material magnetik tanpa pencucian lebih besar dari material magnetik cuci H<sub>2</sub>O.

Pada material magnetik dilakukan perhitungan jarak antar bidang kristal dan parameter kisinya. Jarak antarbidang kristal dan parameter kisinya ditunjukkan pada Tabel 3.

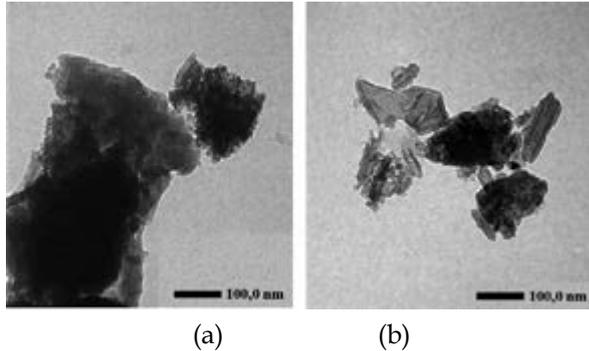
Tabel 3.  
Perbandingan Jarak antar Bidang Kristal Dan Parameter Kisi Material Magnetik

Material	d <sub>hkl</sub> (nm)	a (nm)
Magnetit Komersial	0,246	0,838 ± 0,002
Material Magnetik	0,242	0,825 ± 0,022
Material Magnetik + H <sub>2</sub> O	0,244	0,831 ± 0,016

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa magnetit komersial, material magnetik, dan material magnetik cuci H<sub>2</sub>O memiliki para-

meter kisi dan jarak antar bidang kristal yang relatif hampir sama.

Material magnetik dikarakterisasi menggunakan TEM untuk melihat citra dari material magnetik sehingga dapat teramati morfologinya. Hasil karakterisasi material magnetik menggunakan TEM ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4.

Citra TEM dari (A) Material Magnetik, (B) Material Magnetik Cuci H<sub>2</sub>O

Gambar 4 (a) merupakan hasil citra TEM material magnetik pasir besi sebelum pencucian dengan H<sub>2</sub>O, dan Gambar 4 (b) adalah citra material magnetik setelah pencucian dengan H<sub>2</sub>O. Baik pada Gambar 4(a) maupun 4(b) masih terdapat penumpukan partikel magnetik yang membentuk agregat. Pada kedua gambar tersebut masih belum terlihat dengan jelas butiran-butiran partikel magnetik.

Berdasarkan gambar TEM tersebut, dapat dilihat pada material magnetik setelah pencucian dengan H<sub>2</sub>O terdapat partikel-partikel yang berbentuk runcing dan berwarna abu-abu. Partikel yang berbentuk runcing dan berwarna abu-abu menunjukkan bahwa pada material magnetik tersebut masih terdapat oksida-oksida lain seperti oksida silika dan oksida krom.

Berdasarkan data dari karakterisasi XRF, spektra FT-IR, pola XRD, dan gambar TEM menunjukkan bahwa material magnetik pasir besi Lansilowo berhasil dipreparasi dan diperoleh oksida besi magnetit. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa preparasi material magnetik menggunakan magnet eksternal dan pencucian dengan H<sub>2</sub>O masih belum efektif. Data-data tersebut masih me-

nunjukkan adanya oksida lain dalam material magnetik. Sehingga perlu dilakukan lanjutan penelitian terkait preparasi material magnetik dari pasir besi dengan meminimalisir kandungan oksida lain untuk meningkatkan kadar oksida besi.

## SIMPULAN

Material magnetik dari pasir besi Lansilowo mengandung unsur Fe dengan kadar 46,13%, Cr 28,08%, Mg 10,11%, Si 8,20%, dan unsur minor lainnya. Oksida besi penyusun material magnetik pasir besi Lansilowo didominasi oleh magnetit. Pencucian material magnetik pasir besi dengan H<sub>2</sub>O mampu meningkatkan kristalinitas material magnetik. Material magnetik yang dicuci dengan H<sub>2</sub>O menghasilkan kristalinitas 47,84%.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Nuryono, M.S. dan Fahmiati atas bantuan Material penelitian yang diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, C. 2013. Mengoptimalkan Perolehan Mineral Magnetik pada Proses Separasi Magnetik Pasir Besi Pantai Selatan Kabupaten Kebumen Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* 9(3): 145-156.
- Anwar, N. 2011. Pembuatan Magnet Permanen Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B Melalui Metode Mechanical Alloying. *Skripsi*. Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Bruce, I.J., J. Taylor, M. Todd, M.J. Davies, E. Borioni, C. Sangregorio, and T. Sen. 2004. Synthesis, Characterization and Application of Silica-Magnetite Nanocomposites. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 284: 145-160.
- Chougale, U.M. and V.J. Fulari. 2014. Facile Synthesis of Maghemite Nanoflakes Arrays for Supercapacitor Appli-

- cation. *Materials Science in Semiconductor Processing* 27: 682-688.
- Chung, J., J. Chun, J. Lee, S.H Lee, Y.J Lee, and S.W. Hong. 2012. Sorption of Pb(II) and Cu(II) Onto Multi-amine Grafted Mesoporous Silica Embedded with Nano-Magnetite: Effects of Steric Factors. *Journal of Hazardous Materials* 239-240: 183-191.
- Cohen, S., A. Deodhar, A. Kavanaugh, E. Ruderman, R.H. Shmerling, B.N. Weissman, M. Weisman, and C. Winalski. 2006. Extremity Magnetic Resonance Imaging in Rheumatoid Arthritis. *Arthritis & Rheumatism* 54(4): 1034-1047.
- Cornell, R.M. and U. Shwertmann. 2003. *The Iron Oxide: Structure, Properties, Reaction, Occurrences and Use*. 2<sup>nd</sup> ed. WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA.
- Farimani, N.S., N.G. Roknabadi, and A. Kazemi. 2013. Study of Structural and Magnetic Properties of Superparamagnetic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> Core-Shell Nanocomposites Synthesized with Hydrophilic Citrate-Modified Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Seeds Via A Sol-Gel Approach. *Physica E* 53: 207-216.
- Ge, F., L. Meng-Meng, Y. Hui, and Z. Bao-Xiang. 2012. Effective Removal of Heavy Metal Ions Cd<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> from Aqueous Solution by Polymer-Modified Magnetic Nanoparticles. *Journal of Hazardous Materials* 211-212: 366-372.
- Hunt, C.P., B.M. Moskowitz, and S.K. Banerjee. 1995. Magnetic Properties of Rocks and American Minerals. *Rock Physics & Phase Relations: A Handbook of Physical Constants*. Geophysical Union: 189-204.
- Iida H., K. Takayanagi, T. Nakanishi, and T. Osaka. 2007. Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles with Various Size and Magnetic Properties by Controlled Hydrolysis. *Journal of Colloid and Interface Science* 314: 274-280.
- Jal, P.K., M. Sudarshan, A. Saha, S. Patel, B.K. Mishra. 2004. Synthesis and Characterization of Nanosilica Prepared by Precipitation Method. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects* 240: 173-178.
- Jiang, F., X. Wang, and D. Wu. 2016. Magnetic Microencapsulated Phase Change Materials With An Organosilica Shell: Design, Synthesis and Application For Electromagnetic Shielding and Thermal Regulating Polyimide Films. *Energy* 98: 225-239
- Komatina, M., W. Heinrich, and Gudenau. 2004. The Sticking Problem During Direct Reduction of Fine Iron Ore in The Fluidized Bed. *Journal Metallurgy* 3:309.
- Lakay, E. M.. 2009. Superparamagnetic Iron-Oxide Based Nanoparticles for The Separation and Recovery of Precious Metals from Solution. *Thesis*. University of Stellenbosch.
- Legodi, M.A. and D.de Waal. 2007. The Preparation of Magnetite, Goethite, Hematite and Maghemite of Pigment Quality from Mill Scale Iron Waste. *Dyes and Pigments* 74: 161-168.
- Mahdavi, M., M.B. Ahmad, M.J. Haron, F. Namvar, B. Nadi, M.ZA. Rahman, and J. Amin. 2013. Synthesis, Surface Modification and Characterization of Biocompatible Magnetic Iron Oxide Nanoparticles for Biomedical Application. *Molecules* 18: 7533-7548.
- Montagne, F., O. Mondain-Monval, C. Pichot, H. Mozzanega, and Elaissari. 2002. Preparation and Characterization of Narrow Sized (O/W) Magnetic Emulsion. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 250: 302-312.
- Mufit, F., H. Amir, Fadhilah, dan S. Bijaksana. 2013. Kaitan Sifat Magnetik dengan Tingkat Kehidupan (Darkness) Pasir Besi di Pantai Masang Sumatera Barat. *Eksakta* 2: 70-75.

- Pang, Y.L., S. Lim, H.C. Ong, and W.T. Chong. 2016. Research Progress on Iron Oxide-based Magnetic Materials: Synthesis Techniques and Photocatalytic Applications (Review Article). *Ceramics International Part A* 42(1): 9-34.
- Petcharoen, K. and A. Sirivat. 2012. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles Via The Chemical Co-Precipitation Method. *Materials Science Engineering B* 177: 421- 427.
- Rahmawati, R. dan N. Handayani. 2013. Fabrikasi Ferrogel Berbahan Dasar Nanopartikel Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dari Hasil Sintesis Pasir Besi Pantai Utara Jawa dan Sifat Magneto-Elastisitasnya. *Kaunia* IX(1): 70-82.
- Saman, N., K. Johari, and H. Mat. 2013. Adsorption Characteristics of Sulfur-Functionalized Silica Microspheres with Respect to the Removal of Hg(II) from Aqueous Solutions. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 53: 1225-1233.
- Setiawati, L.D., T.P. Rahman, D.W. Nugroho, Nofrizal, R. Ikono, Suryandaru, Yuswono, Siswanto, dan N.T Rochman. 2013. Ekstraksi Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dari Pasir Besi dengan Metode Hidrometalurgi. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung: 465-468.
- Sufriadin, S. Widodo, dan R. Biatong. 2013. Karakterisasi Mineralogi Bijih Besi Laterit dan Potensinya Sebagai Bahan Baku Industri Besi Baja di Indonesia. *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik*. Universitas Hasanuddin: 1-4.
- Suhandi, H. Susanto, dan R. Hutamadi. 2011. Penelitian Bahan Galian Lain dan Mineral Ikutan pada Wilayah Pertambangan Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi*: II.9.
- Sulistiyorini, L. 2014. Pelapisan Magnetit dengan Silika Termodifikasi Amino, *Skripsi*. Jurusan Kimia Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wu, S., A. Sun, F. Zhai, J. Wang, W. Xu, Q. Zhang, and A.A. Volinsky. 2011.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Magnetic Nanoparticles Synthesis from Tailings by Ultrasonic Chemical Co-Precipitation. *Materials Letters* 65: 1882-1884.
- Yamaura, M., R. L. Camilo, L.C. Sampaio, M.A. Macedo, N. Nakamura, and Toma, H.E. 2004. Preparation and Characterization of (3-aminopropyl) triethoxysilane-coated Magnetite Nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 279: 210-217.
- Yang, L., G. Xi, T. Lou, X. Wang, J. Wang, and Y. He. 2016. Preparation and Magnetic Performance of  $\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{2.2}\text{O}_4$  by A Sol-gel Method Using Cathode Materials of Spent Li-ion Batteries. *Ceramics International Part B* 42(1): 1897-1902.
- Yulianto, A. 2007. Fasa Oksida Besi untuk Sintesis Serbuk Magnet Ferit. *Indonesian Journal Material Science* 8: 39-41.
- Zhang, Y., Q. Xu, S. Zhang, J. Liu, J. Zhou, H. Xu, H. Xiao, and J. Li. 2013. Preparation of Thiol-modified  $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$  Nanoparticles and Their Application for Gold Recovery from Dilute Solution. *Separation Purification Technology* 116: 391-397.
- Zulfalina, dan A. Manaf. 2004. Identifikasi Senyawa Mineral dan Ekstraksi Titanium Dioksida dari Pasir Mineral. *Indonesian Journal Material Science* 5: 46-50.
- Zulkifli, N.S.C., I.A. Rahman, D. Mohamad, and A. Husein. 2013. A Green Sol-Gel Route For The Synthesis of Structurally Controlled Silica Particles From Rice Husk for Dental Composite Filler. *Ceramics International* 39: 4559-4567.