

KARAKTERISASI SIFAT KEMAGNETAN PASIR BESI PANTAI PUNTARU KABUPATEN ALOR-NTT

Martasiana Karbeka^{1*}, Faryda Veronica Lamma Koly¹, Nini Mau Tellu¹

¹Program Studi Kimia, Universitas Tribuana Kalabahi, Kalabahi, Indonesia

*Email: martasianakarbeka@untribkalabahi.ac.id

ABSTRACT

Iron sand is a source of natural magnetic material which is quite abundant. Iron sand can be useful as a magnetic source material which has the potential as a raw material for using magnetic materials. Iron sand contains non magnetic minerals which can reduce its magnetic properties. Therefore, iron sand sample preparation was carried out by washing NaOH 0,4 M and sand sample size variations. The purpose of this study was to determine the effect of washing and the size of iron sand on the magnetic properties in terms of the increase in magnetic elements. The results of research with XRF (X-Ray Fluorescence) show that iron sand with a size of 120 mesh has a magnetic content of Fe (78.07%) higher than iron sand with a size of 80 mesh with Fe content (34.63%). XRD (X-Ray Diffraction) analysis shows that washing iron sand with a size of 80 mesh gives a quartz phase (SiO₂) at $2\theta = 27.62^\circ$ and iron sand washing with a size of 120 mesh gives the main peak magnetite phase (Fe₃O₄) at $2\theta = 30.69^\circ$ with a crystallinity of 15%. VSM (Vibrating Sample Magnetometer) analysis depicted on the hysteresis curve shows that the smaller the particle size of iron sand, the higher the magnetic properties. There are still minor oxides in iron sand as oxide minerals.

Keywords: Washing, The size of iron sand, Magnetite, Crystallinity, Oxide minerals.

PENDAHULUAN

Pasir besi di wilayah Nusa Tenggara salah satunya ialah pasir besi yang berada di Pantai Puntaru. Pasir besi di Pantai Puntaru sangat dimungkinkan berasal dari letusan gunung berapi yakni Gunung Sirung. Material batuan yang dihasilkan dari letusan Gunung Berapi kemudian mengalami proses penghancuran oleh akibat cuaca serta turunnya hujan dan kemudian terakumulasi serta tercuci oleh gelombang air laut ataupun aliran air sungai dan mengendap sebagai pasir besi. Pasir besi ini berwarna abu-abu gelap atau kehitaman dan mineral besi dalam endapan pasir besi dengan komposisi mineral utamanya adalah oksida besi dengan kadar yang bervariasi di setiap wilayah. Menurut Susilawati, dkk. (2018) kandungan persentase Fe 11,316% pada pasir besi alam di Kota Mataram dari lokasi Pantai Gading dan kadar Fe 44,40% pasir besi dari pesisir Pantai Lansilowo menurut Rettob dan Karbeka, (2019). Terdapat senyawa oksida lain seperti alumina oksida (Al₂O₃), magnesium oksigen (MgO), dan silika (SiO₂),

kalsium oksida, titanium oksida dan unsur lainnya sebagai mineral minor yang juga sebagai mineral pengganggu (*gangue*).

Kandungan mineral magnetik pada umumnya adalah magnetit (Fe_3O_4), hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) (Arsyad, dkk. 2018). Mineral-mineral tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan industry salah satunya industry berbasis sifat kemagnetan sebagai bahan dasar pembuatan magnet permanen (Yulianto, dkk. 2010; Hayati, dkk. 2016). Material yang memiliki sifat magnetik dapat diperoleh dari bahan sintesis dan bahan alam. Pertimbangan penggunaan bahan alam dari pasir besi (*iron sands*) atau pasir hitam (*black sands*) yaitu karena melimpahnya sumber bahan alam yang ada dan belum dimanfaatkan serta biaya pembuatannya lebih murah. Eksplorasi pasir besi sebagai bahan baku di bidang industri masih terbatas dibandingkan jumlah dan eksplorasi pasir besi untuk bahan mentah.

Pasir besi secara alamiah bersifat feromagnetik (sifat magnet dengan daya tarik magnet yang kuat) dengan mineral-mineral magnetik seperti magnetit (Fe_3O_4), hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) pada pasir memiliki sifat magnet yang kuat. Respon kuat terhadap medan magnet luar membuat sifat magnetik pada pasir besi mulai dikembangkan pada berbagai riset khususnya dalam aplikasi pembuatan adsorben bersifat magnetik untuk memudahkan pemisahan antara adsorbat dan adsorben pada proses adsorpsi (Karbeka, dkk. 2020^b; Nuryono, dkk. 2019). Mineral-mineral non-magnetik pada pasir besi seperti silikon oksida (SiO_2) memiliki persentase yang cukup tinggi dan berpengaruh pada sifat kemagnetan. Keberadaan mineral-mineral tersebut berkontribusi pada sifat kemagnetan pasir besi. Pasir besi yang memiliki kandungan magnetite (Fe_3O_4) tinggi akan memberikan sifat kemagnetan yang kuat sedangkan yang memiliki banyak mineral *gangue* seperti beberapa unsur lain seperti K, C, Na, Mg, Al, Si, dan Ca akan menurunkan sifat kemagnetan pasir besi. Keberadaan mineral non-magnetik dapat dikurangi dengan pencucian pasir besi menggunakan larutan asam maupun basa (Rettob dan Karbeka, 2019; Simamora dan Krisna, 2015). Ukuran pasir besi mempengaruhi kadar mineral magnetik dan turut berpengaruh pada daya tarik terhadap medan magnet luar. Hasil analisis pasir besi fraksi kasar (-20 +35 mesh), sedang (-35+60 mesh) dan halus (-60+120 mesh) dan sangat halus (-120 mesh) memberikan kandungan Fe total berturut-turut 22,2%, 20,06%, 19,14%, 22,82% dan 60,72% (Ansori, 2013). Pasir besi setiap daerah memiliki kandungan mineral magnetik maupun non-magnetik yang beragam maka dilakukan analisis sifat kemagnetan pasir besi Puntaru dengan metode pencucian dan variasi ukuran butiran pasir.

METODE PENELITIAN

Preparasi Sampel

Sampel pasir besi yang tertarik medan magnet dihaluskan dengan mortar dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh dan 80 mesh. Hasil ayakan pasir besi dicuci dengan aquades hingga bersih dan dikeringkan pada suhu 70°C-80 °C selama 2 jam.

Pencucian Pasir Besi

Pasir besi sebanyak 200 gram rendam dengan NaOH 0,4 M selama 15 menit. Sampel pasir yang telah dicuci dengan NaOH dinetralkan melalui proses pencucian menggunakan aquades.

Karakterisasi Pasir Besi

Sampel pasir besi dengan ukuran 80 mesh dan 120 mesh dilakukan analisis lanjutan menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mengetahui kandungan unsur, XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui jenis oksida besi, FT-IR untuk mengetahui jenis gugus fungsi dan VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) untuk mengetahui sifat kemagnetan pasir besi Pantai Puntaru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi kandungan pasir besi dengan XRF

Material magnetik pasir besi setelah pencucian menggunakan H₂O dan NaOH 0,4 M dikarakterisasi dengan X-Ray Fluorescence (XRF) untuk kandungan mengidentifikasi unsur-unsur yang ada di dalamnya.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi XRF Pasir Besi Pantai Puntaru
Kadar Komposisi (%)

Unsur	Pasir Besi 120 Mesh	Pasir Besi 80 Mesh
Al	7,36	5,15
Si	34,36	3,72
P	0,65	0,47
S	0,11	0,38
Cl	0,78	0,28
K	6,17	0,24
Ca	11,50	1,85
Ti	2,15	8,63
Mn	0,61	0,74

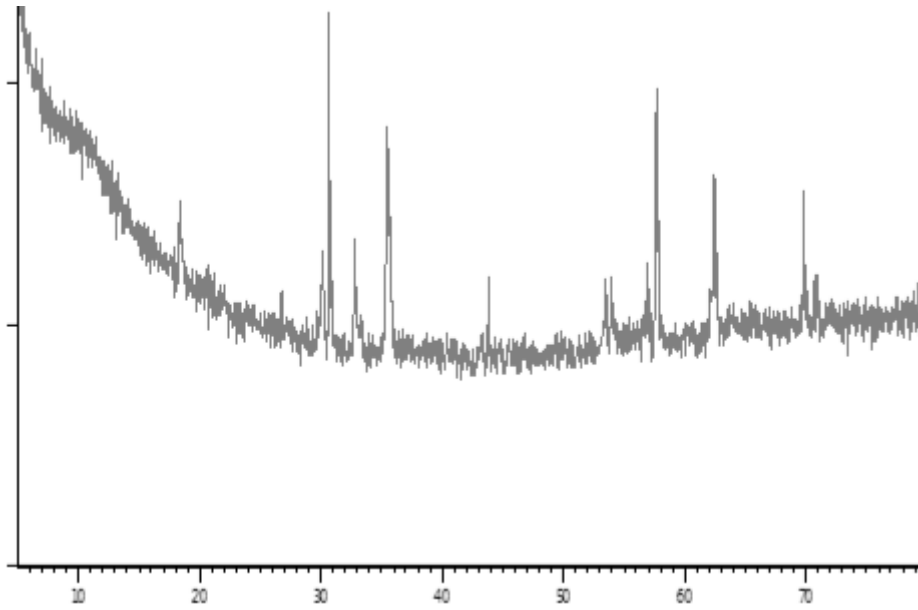
Kadar Komposisi (%)		
Unsur	Pasir Besi 120 Mesh	Pasir Besi 80 Mesh
Fe	34,63	78,07
Ag	1,09	0,48
Ba	0,59	-
Total	100.00	100.00

Hasil analisis XRF menunjukkan bahwa unsur Fe merupakan unsur paling dominan. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut dikarenakan adanya preparasi sampel variasi ukuran yakni 80 mesh dan 120 mesh dan pencucian dengan NaOH 0,4 M. Selain itu, ciri fisik pasir besi Puntaru telah menunjukkan bahwa pasir tersebut mengandung material magnetik karena secara fisik pasir besi berwarna hitam dan dapat ditarik magnet. Berdasarkan hasil analisis XRF diketahui bahwa pengaruh pencucian dan ukuran butiran pasir mempengaruhi kadar komposisi pasir besi. Hasil XRF menunjukkan bahwa komposisi utama mineral magnetik pasir besi adalah Fe dan juga terdapat Ti dan Mn yang merupakan unsur transisi yang juga bersifat magnetik. Sedangkan unsur oksida lainnya seperti Si, Al, Ca dan unsur lainnya merupakan mineral pengotor atau non-magnetik. Pada Tabel 2.1 pasir besi 120 mesh dengan pencucian NaOH 0,4 M diperoleh Fe 78,80%, Ti 8,63%, Al 5,15% dan Si 3,72%. Sedangkan pasir besi 60 mesh diperoleh Fe 34,63%, Ti 2,51%, Al 7,36% dan Si 34,36%.

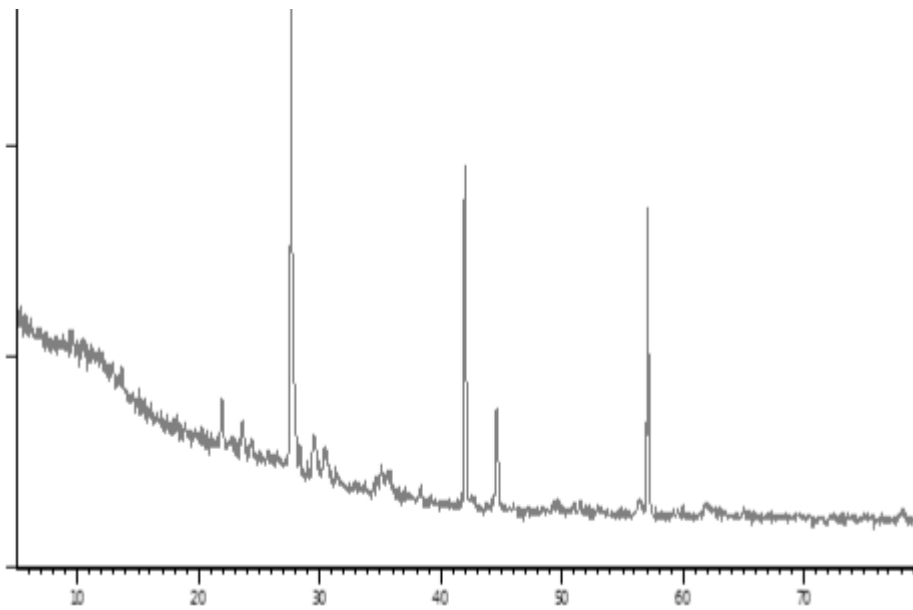
Rendahnya persentase mineral utama (Fe 34,63%,) dipengaruhi oleh ukuran pasir besi. Besarnya ukuran butiran pasir besi memungkinkan semakin banyak mineral pengotor yang menyelimuti material magnetik menyebabkan persentase pelarutan mineral non-magnetik sangat rendah. Keberadaan kandungan mineral umumnya berada dalam fasa oksida sehingga untuk menentukan fasa oksida logam yang dominan maka dilakukan analisis lanjutan menggunakan *X-Ray diffraction (XRD)*.

Hasil Analisis Pasir Besi dengan XRD

Kehadiran magnetit pada pasir besi Puntaru diidentifikasi dengan XRD dengan hasil difraktogram akan ditampilkan pada daerah 2θ yang spesifik dan dicocokkan dengan database magnetit dalam *inorganic crystal structure database (ICSD)*.



(a)



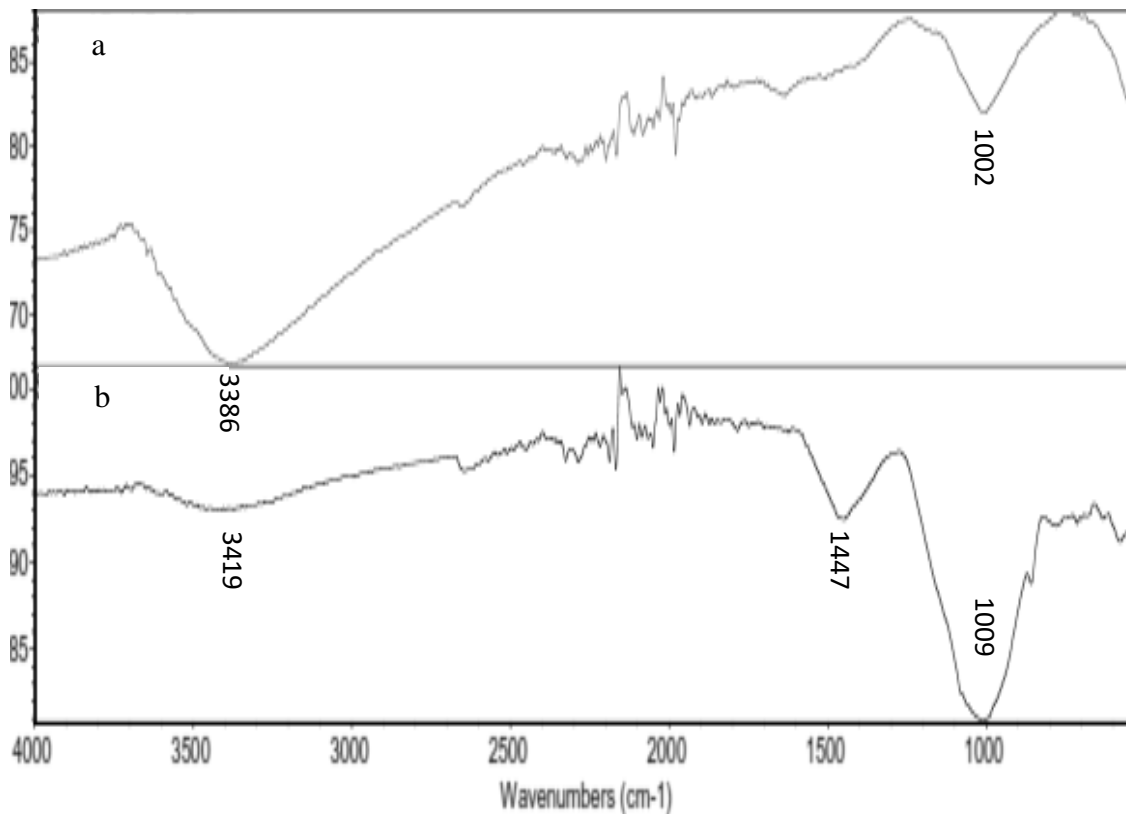
(b)

Gambar 1. Pola Difraksi Sinar-X a) Pasir Besi 120 Mesh; b) Pasir Besi 80 Mesh

Pasir besi ukuran 120 mesh memiliki daerah $2\theta = 30,69^\circ; 32,74^\circ; 35,49^\circ; 57,65^\circ; 62,45^\circ$ dan $69,99^\circ$ dengan puncak utama pada $30,69^\circ$. Daerah 2θ ini memiliki kecocokan dengan ICSD 98-015-8741 yang merupakan fasa magnetit (Fe_3O_4) dengan kristalinitas 15%. Sedangkan pada pasir besi butir kasar (80 mesh) tidak terdapat puncak utama fasa magnetit pada daerah 2θ sekitar 30° - 35° . Puncak utama terbaca pada daerah $2\theta = 27,62^\circ$ yang merupakan puncak utama dari fasa quartz (SiO_2). Munculnya fasa quartz dimungkinkan karena konsentrasi NaOH yang rendah dengan ukuran butir pasir yang besar menyebabkan pelarut NaOH tidak cukup efektif

dalam melarutkan mineral-mineral minor yang terdapat pada pasir besi. Pada pasir besi terdapat adanya puncak residu mineral oksida lainnya. Mineral oksida tersebut telah dikonfirmasi kesesuaiannya dengan *inorganic crystal structure database* (ICSD). ICSD 98-004-1476 quartz low (SiO_2), ICSD 98-009-4112 ilmenite-hematite ($\text{Fe}_{1.4}\text{O}_3\text{Ti}_{0.6}$) ICSD 98-016-1290 hematite (Fe_2O_3), ICSD 98-003-5005 troilite 2H (FeS), ICSD 98-004-0658 calcium silicate (CaO_3Si).

Hasil Analisis Gugus Fungsional (Uji FTIR)

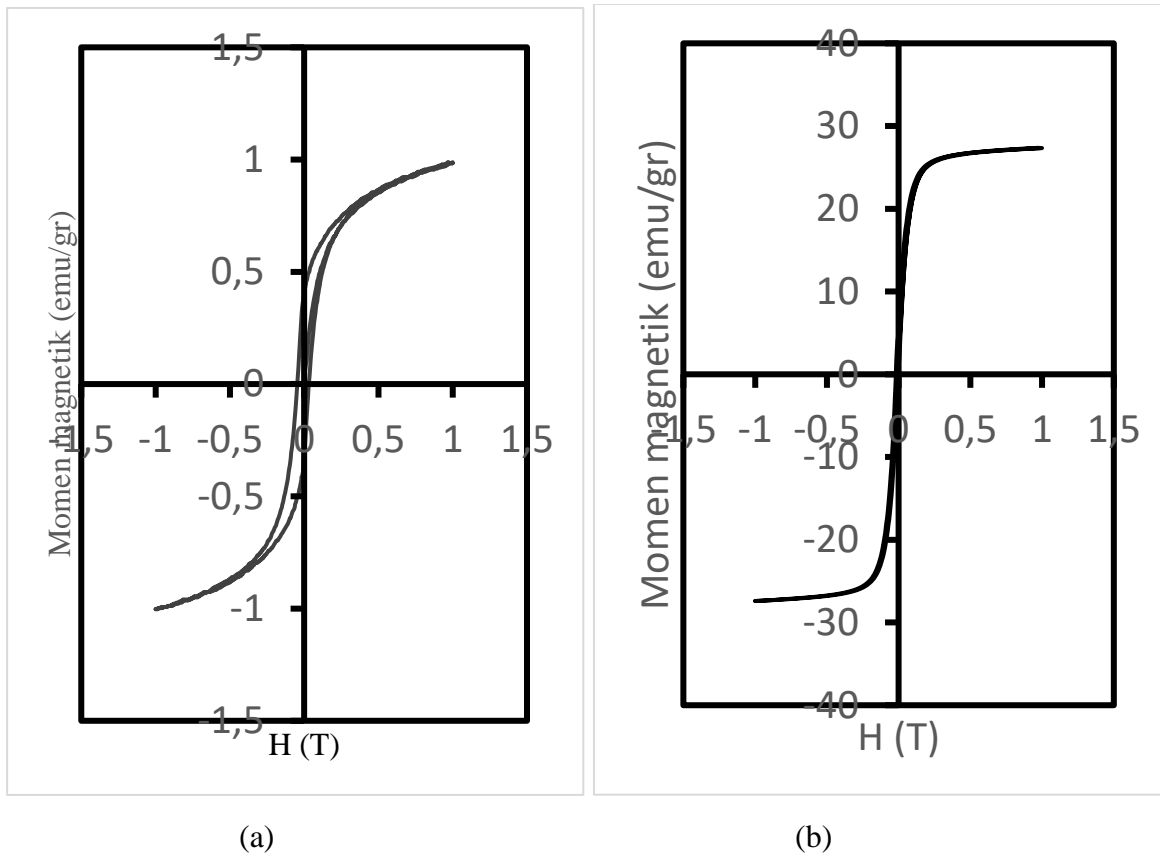


Gambar 2. Spektra FTIR a) Pasir besi 120 mesh; b) Pasir besi 80 mesh

Berdasarkan Gambar 2. teridentifikasi bahwa pada bilangan gelombang 3386 cm^{-1} dan 3419 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur O-H dari Fe-OH dan Si-OH. Munculnya vibrasi gugus O-H dari Si-OH mengindikasikan bahwa pada material magnetik ini terdapat silika. Adanya silika pada material magnetik juga didukung dengan munculnya peak pada bilangan gelombang pada puncak 1006 cm^{-1} dan 1002 cm^{-1} yang merupakan serapan karakteristik untuk vibrasi ulur ikatan M-O-M dengan dengan M merupakan Si atau Ti (Rosiaty, dkk. 2020). bilangan gelombang pada puncak 1009 cm^{-1} yang merupakan serapan karakteristik untuk vibrasi Si-O (ulur asimetri) dari gugus Si-O-Si (siloksan) (Karbeka, dkk. 2020^a). Adanya pelebaran peak menunjukkan semakin banyaknya jumlah gugus fungsi. Hal ini didukung dengan tingginya persentase silika pada pasir besi ukuran 80 mesh.

Sifat Kemagnetan Pasir Besi

Informasi tentang sifat magnetic diperoleh dari hasil analisis menggunakan alat *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM). Besaran-besaran sifat magnetic sebagai akibat dari perubahan medan magnet lur digambarkan dalam kurva hysteresis pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva hysteresis a) Pasir besi 120 mesh; b) Pasir besi 80 mesh

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa kurva hysteresis mempunyai urat balik yang hampir simetris ketika dikenai medan magnet luar maupun pada saat medan magnet luar ditiadakan atau dengan kata lain luasan kurva hysteresis sangat sempit. Luasan kurva hysteresis menunjukkan energy yang diperlukan untuk magnetisasi. Luasan kurva yang sempit berarti material pasir besi merupakan material yang mudah dimagnetisasi (butuh energy kecil) sehingga termasuk dalam kategori magnet lunak (*softmagnetic*) dan bersifat ferimagnetik. Sifat kemagnetan dapat dijabarkan melalui nilai-nilai sifat magnetic yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Kemagnetan Pasir Besi Puntaru

Sampel	Ms (emu.g ⁻¹)	Hc (Tesla)	Mr (emu.g ⁻¹)
Pasir besi 120 mesh	25,42	0,02	5
Pasir besi 80 mesh	0,98	0,02	0,4

Domain magnet pasir besi bernilai awalnya nol. Pada saat diberi arus maka akan muncul medan magnet karena domain magnet dalam besi dapat terorientasi disebut proses magnetisasi hingga semua domain magnet pasir besi menjadi searah dengan medan magnet eksternal yang disebut titik jenuh /saturasi (M_s). Sehingga semakin tinggi nilai M_s maka sifat kemagnetan pasir besi semakin tinggi. Hal yang sama berlaku untuk nilai magnet remanen (M_r). Ketika arus listrik dimatikan maka domain magnet pada pasir besi tidak otomatis menjadi nol akan ada magnet tersisa yang dikenal dengan medan magnet remanen (M_r) atau dikenal magnet permanen. Semakin besar nilai M_r maka sifat magnetic pasir besi semakin tinggi. Demikian pula dengan nilai koersivitas (H_c). Untuk mengembalikan pasir besi menjadi tidak permanen (bernilai nol) maka dilakukan proses demagnetisasi. Proses dilakukan dengan arus listrik berlawanan ke titik nol sehingga diperoleh nilai koersivitas (H_c).

Dengan demikian, dari data pada Tabel 2. menunjukkan bahwa pasir besi ukuran 120 mesh memiliki sifat kemagnetan lebih besar dibandingkan pasir besi ukuran 80 mesh. Proses pencucian dan variasi ukuran butir pasir besi berpengaruh pada sifat kemagnetan pasir besi. Adanya penurunan sifat kemagnetan pada pasir besi 80 mesh dikarenakan kandungan unsur minor sebagai penyumbang mineral non-magnetik cukup besar. Unsur minor berpengaruh pada multi domain dan energi Barrier (energi Anisotropinya) yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai magnetik remanence (M_r) dan magnetic saturasi (M_s) (Karbeka, dkk. 2020^a)

KESIMPULAN

Pasir besi dengan ukuran 120 mesh memiliki kandungan unsur dominan Fe (78,07%) dan Pasir besi dengan ukuran 80 mesh memiliki unsur dominan Fe (34,63%) dan Si (34,36%). Pasir besi 120 mesh mengandung fasa magnetit (Fe_3O_4) pada daerah $2\theta = 30,69^\circ$ dengan kristalinitas 15% serta terdapat puncak utama fasa quartz (SiO_2) pada $2\theta = 27,62^\circ$ untuk pasir besi 80 mesh. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran maka sifat kemagnetan semakin tinggi dan masih terdapat kandungan mineral oksida residu lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DRPM Kemenristekdikti atas bantuan dana Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat di Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2020 melalui program Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2019 Tahun Pelaksanaan 2020 dengan nomor kontrak Penelitian nomor B/87/E3/RA.00/2020 pada Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah VIII sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik.

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.
- Arsyad, M., Tiwow, V.A., and Ramp, M.J. (2018). Analysis of magnetic minerals of iron sand deposit in Sampulungan Beach, Takalar Regency, South Sulawesi using the x-ray diffraction method. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series*, doi:10.1088/1742-6596/1120/1/012060.
- Hayati, R., Budiman, A., dan Puryanti, D. (2016). Karakterisasi Suseptibilitas Magnet Barium Ferit yang Disintesis dari Pasir Besi dan Barium Karbonat Menggunakan Metode Metalurgi Serbuk. *Jurnal Fisika Unand*, 5(2), 87-192.
- Karbeka, M., Nuryono., dan Suyanta. (2020)^a. Synthesis of Silica Coated on Iron Sand Magnetic Materials Modified with 2-Mercaptobenzimidazole through Sol-gel, *Mor. J. Chem.* 8(S1), (044-052).
- Karbeka, M., Nuryono., dan Suyanta. (2020)^b. Coating of Mercapto Modified Silica on Iron Sand Magnetic Material for Au(III) Adsorption in Aqueous Solution, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering: Conference Series*, doi:10.1088/1757-899X/823/1/012031.
- Nuryono, Rosiati, N.M., Rettob, A.L., Suyanta dan Arryanto, Y. (2019). Coating of 2-Aminobenzimidazole and 1-(oTolyl)biguanide Functionalized Silicas on Iron Sand Magnetic Material for Sorption of [AuCl₄]. *Indo. J. Chem*, 19(2), 395-404.
- Rettob, A.L., dan Karbeka, M. (2019). Pengaruh Konsentrasi Larutan HF pada Proses Preparasi terhadap Kadar Unsur Bahan Magnetik Pasir Besi. *Walisono Journal of Chemistry*, 2(1), 6-9.
- Rosiati, N.M., Miswanda, D., dan Muflikhah. (2019). Pelapisan Bahan Magnetik Pasir Besi Bugel dengan Sitrat. *Walisono Journal of Chemistry*, 2(1), 1-5.
- Simamora, P., dan Krisna. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Sifat Magnetik Nanokomposit Fe₃O₄-Montmorilonit Berdasarkan Variasi Suhu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF*, Jakarta 15 Oktober 2015, e-ISSN 2476-9398, pp. 75-80.
- Susilawati., Doyan, A., Taufik, M., Wahyudi., Gunawan, E.R., Kosim., dan Fithriyani. (2018). Identifikasi Kandungan Fe Pada Pasir Besi Alam Di Kota Mataram. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(1), 105-110.
- Yulianto, A., dan Aji, M.P. (2010). Fabrikasi Mn-Ferit Dari Bahan Alam Pasir Besi Serta Aplikasinya Untuk Core Induktor. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng dan DIY*, Semarang 10 April 2010, ISSN 0853-0823, pp. 128-133.