

Karakterisasi Pasir Besi dan Sifat Magnetik Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai

Umi Khairunnisa*¹, Ridwan Yusuf Lubis, Ety Jumiati³

^{1,2,3}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

e-mail: Ikhairunnisa345@gmail.com

Abstrak

Karakterisasi pasir besi dan sifat magnetik di Pantai Romantis merupakan bagian penting dari perlindungan lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakterisasi pasir besi dan Sifat Magnetik daerah Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai. Suhu yang diberikan pada *treatment* panas menggunakan oven pada suhu 500 °C dan 600 selama 3 jam dan *treatment* panas matahari yaitu dijemur di bawah sinar matahari selama 10 jam pada suhu cuaca sekitar 31°C selama 2 hari. Menggunakan *X-ray fluorescence* (XRF), *Scanning electron microscopy* (SEM). Menggunakan *Origin* dan *Digimizer* untuk menganalisis data pada pasir besi. Hasil analisis yang didapat bahwa pasir besi didominasi oleh besi oksida (Fe_2O_3) dengan *persentase* sekitar 75,18% menunjukkan bahwa *treatment* oven pada suhu yang lebih rendah memiliki kecenderungan untuk meningkatkan konsentrasi Fe_2O_3 . Tingginya kandungan besi menandakan bahwa pasir besi memiliki potensi ekstraksi besi yang sangat signifikan, menjadi sumber bahan baku penting dalam industri logam. Pada suhu 600°C komposisi mineral pasir besi relatif stabil, meskipun terjadi variasi kecil pada beberapa senyawa mineral akibat pemanasan.

Kata Kunci—Pasir Besi, *Treatment Panas*, Magnetik

1. PENDAHULUAN

Pasir besi merupakan endapan pasir yang mengandung partikel besi yang ditemukan sekitar pantai yang terbentuk karena batuan asli mengandung mineral besi yang dihancurkan oleh cuaca dan adanya gelombang yang mengandung mineral besi berasal dari batuan asal. (Bates dan Jakson, 1980; Dunlop dan Ozdemir, 1997). Pasir besi mengandung partikel pasir yang mengandung mineral magnetik (Fe_3O_4) atau hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) yang memiliki sifat magnet yang kuat sehingga pasir besi dapat menarik logam yang sensitif terhadap medan magnetik. Sifat magnetik pasir besi diberikan oleh partikel-partikel pasir yang mengandung mineral-mineral ini (Karbeka *et al.*, 2020). Menurut Susilawati, *et al* (2018) terdapat kandungan persentase Fe sebesar 11,316% pada pasir besi di Pantai Gading Kota Mataram dengan kadar Fe 44,40% pasir besi dari pesisir Pantai Lansiwu dan menurut Rettob dan Karbeka (2019), bahwa penelitiannya mendapatkan senyawa oksida yang lainnya seperti magnesium oksigen (MgO), silika (SiO_2), dan alumina oksida (Al_2O_3). Pasir besi, memiliki sifat magnetik sering dipakai dalam berbagai industri. Diantaranya yaitu industri besi-baja, di mana bahan baku yang digunakan untuk pembuatan baja dan besi. Adapun warna dari pasir besi yaitu abu-abu gelap dan kehitaman (Fauji, 2018).

Pasir besi pada dasarnya bersifat feromagnetik (zat magnet dengan gaya magnet yang kuat), dan mineral magnetik seperti magnetik (Fe_3O_4) dan hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan magnetit ($\gamma\text{-Fe}_3\text{O}_4$) pada pasir yang memiliki sifat magnet yang kuat. Karena kuatnya respon terhadap medan magnet luar, sifat kemagnetan pasir besi dikembangkan lebih lanjut dalam berbagai penelitian terutama pada penerapan adsorben magnet untuk memudahkan pemisahan adsorbat dan adsorben dalam proses adsorpsi (Karbeka, *et al.* 2020; Nuryono, *et al.* 2019).

Karakteristik dan sifat fisik pasir besi tentu sangat diperlukan untuk memaksimalkan pemanfaatannya. Potensi pasir besi di Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai sangat besar. Oleh karena itu, untuk memahami potensinya dalam berbagai hal, seperti sumber daya mineral dan aplikasi industri, diperlukan karakterisasi sifat magnetik pasir besi (Suyanta *et al.*, 2019).

Pasir besi memiliki komposisi yang terdiri dari fase magnetik (Fe_3O_4) hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) (Arsyad, *et al.* 2018). Kandungan mineral tersebut memiliki potensi pengembangan sebagai bahan industri. Yaitu industri berbasis pada sifat kemagnetan yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan magnet secara permanen (Yulianto, *et al.* 2010; Hayati, *et al.* 2016). Pasir besi dengan kandungan magnetit (Fe_3O_4) yang tinggi memberikan sifat kemagnetan yang kuat, sedangkan pasir besi dengan kandungan mineral gangue yang tinggi seperti K, C, Na, Mg, Al, Si, Ca dan beberapa unsur lainnya memberikan pasir besi menurunkan sifat kemagnetan. Membersihkan pasir besi dengan larutan asam atau basa dapat mengurangi keberadaan non magnet (Rettob dan Karbeka, 2019; Simamora dan Krisna, 2013). Besar kecilnya ukuran pasir besi mempengaruhi kandungan mineral magnet dan juga daya tarik pasir besi terhadap medan magnet luar (Ansori, 2013). Meskipun kedua bahan tersebut memiliki komposisi yang sama, struktur kristal hematit dan magnetik berbeda. Sifat superparamagnetik pasir besi akan muncul ketika disintesis hingga ukuran nanometer. Sifat superparamagnetik tidak akan ada pada bahan ukuran besar, seperti bahan bulk. Bahan dengan magnetik isasi saturasi tinggi dan koersivitas sangat kecil menjadi superparamagnetik ketika medan magnet dari luar tidak mempengaruhinya (Austin, 1985).

Proses ekstraksi dan pengolahan pasir besi di wilayah Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai memiliki potensi masalah yang harus segera ditangani. Salah satu dampak pada lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh proses ekstraksi pasir besi adalah kemungkinan residu ekstraksi akan mengkontaminasi tanah dan air. Selain itu, aktivitas ini dapat mengganggu habitat biota laut dan terumbu karang yang rentan di pantai. Selain dampak lingkungan, penggunaan pasir besi yang tidak teratur dapat merugikan komunitas di sekitarnya yang bergantung pada sumber daya alam tersebut. Selain itu, penggunaan pasir besi yang tidak teratur dapat menyebabkan bahan baku industri menjadi longgar (Yulianto *et al.*, 2010).

Peneliti mengidentifikasi adanya jenis mineral magnetik yang terkandung dalam pasir besi dengan menggambarkan sifat magnetik di Pantai Romantis Serdang Bedagai. Selain itu, mereka memiliki kemampuan untuk mengukur sifat-sifat magnetik, seperti suseptibilitas magnetik. Suseptibilitas magnetik suatu material adalah ukuran sejauh mana ia dapat diinduksi oleh medan magnet eksternal. Ini menunjukkan kemampuan material untuk menjadi magnetik atau merespon terhadap medan magnetik (Afza, 2011).

Karakteristik pasir besi bervariasi berdasarkan sumbernya. Mineral magnetik biasanya terdapat dalam pasir besi Namun, secara umum, pasir besi mengandung mineral magnetik (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), ilmenit (FeTiO_4), *goethite* (FeOOH), dan *anatase* (TiO_2). Komposisi mineral ini memberikan pasir besi dan sifat-sifat magnetik yang khas, terutama karena keberadaan magnetik (Bilalodin *et al.*, 2013).

Dari permasalahan diatas bahwa penelitian ini bertujuan untuk menentukan sifat pasir besi di wilayah Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai. Dan untuk mengetahui pengaruh *treatment* panas terhadap jumlah hematit pada pasir besi di daerah Pantai Romantis.

2. METODE PENELITIAN

Metode ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan dengan pengujian secara langsung di Laboratorium.

2.1 Pengambilan Sampel

Yang pertama dilakukan adalah membuat studi literatur untuk mengidentifikasi masalah dan menyiapkan referensi-referensi terkait penelitian. Kemudian melakukan observasi awal untuk mengecek lokasi penelitian dan alat-alat uji yang digunakan dalam penelitian. Setelah itu, langkah berikutnya adalah membuat peta titik koordinat lokasi penelitian di mana sampel pasir besi akan diambil. Proses ini akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGis*. Selanjutnya, untuk melakukan pengambilan pasir dengan lokasi yang telah ditentukan yaitu Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai dengan menggunakan alat yang telah disiapkan. Kemudian dilakukan ekstraksi atau pemisahan antara pasir dengan pasir besi sebanyak tiga kali dengan menggunakan magnet permanen untuk mendapatkan pasir besi yang lebih murni. Langkah yang terakhir, masukkan ke dalam wadah berupa plastik putih berukuran (16x25) cm^2 .

2.2 Preparasi Sampel

Langkah pertama yang dilakukan yaitu cuci pasir besi dengan menggunakan aquades. Setelah itu dilakukan proses *treatment* panas yaitu menggunakan oven dan panas matahari terhadap masing-masing sampel pasir besi. Proses *treatment* Matahari dilakukan pada sampel pasir besi yang berasal dari Pantai Romantis dengan menggunakan oven listrik pada suhu 500°C dan 600°C selama 3 jam. Dan Proses *treatment*

panas matahari dilakukan pada sampel pasir besi yang berasal dari Pantai Romantis dengan dijemur di bawah sinar matahari selama 10 jam pada suhu cuaca sekitar 31°C selama 2 hari. Selanjutnya masing-masing sampel pasir besi dilakukan proses penghalusan dengan milling dengan alat Ball Mill dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Kemudian masing-masing sampel pasir besi dimasukkan ke dalam plastik sampel untuk dilakukan karakterisasi. Sampel pasir besi yang telah disiapkan akan dianalisis menggunakan alat karakterisasi seperti SEM dan XRF.

2.3 Karakterisasi Sampel Pasir Besi

Siapkan sampel berdasarkan masing-masing sampel, kemudian lakukan pengujian menggunakan XRF. Hasil dari XRF nantinya berupa spektrum hubungan energi eksitasi dan intensitas sinar-X. Energi eksitasi menunjukkan unsur penyusun sampel dan intensitas menunjukkan nilai kualitas dari unsur pasir besi tersebut. Semakin tinggi intensitasnya maka semakin tinggi pula persentase unsur dalam sampel pasir besi. Karakterisasi selanjutnya menggunakan metode SEM dimana hasil dari SEM berupa bentuk permukaan pada pasir besi Pantai Romantis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Karakterisasi X-ray fluorescence (XRF) Pasir Besi

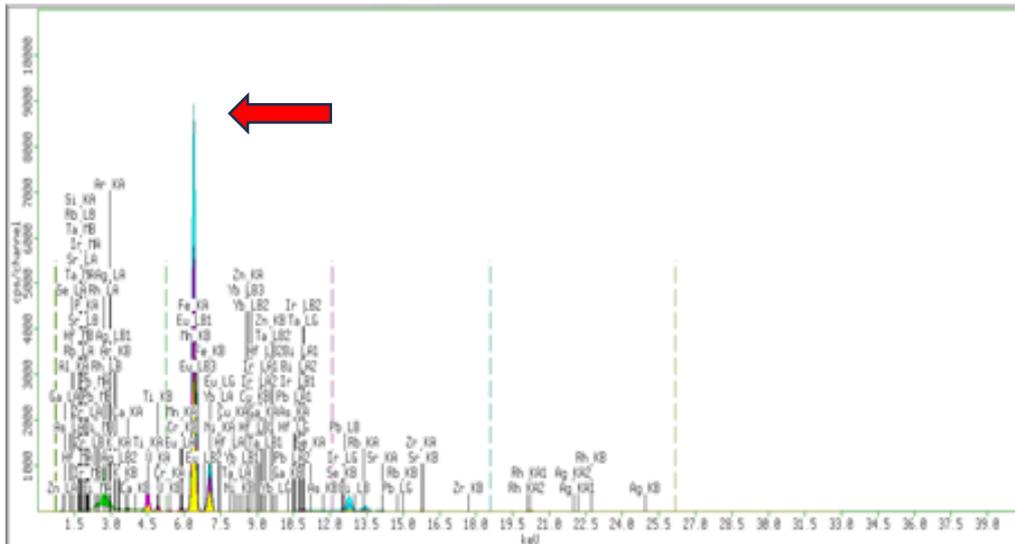
Hasil uji X-ray Fluorescence (XRF) dapat dilihat pada Tabel 1, pada sampel A yang menunjukkan hasil penelitian uji XRF terdapat komposisi oksida yang bisa diidentifikasi Aluminium oksida (Al_2O_3) menyumbang sebanyak 2,04%, diikuti oleh silikon dioksida (SiO_2) dengan konsentrasi 5,84%. Fosfor pentoksida (P_2O_5) sebesar 2,28%. Titanium dioksida (TiO_2) komponen dengan konsentrasi tertinggi sebesar 10,40%, dan Komponen besi oksida (Fe_2O_3) konsentrasi yang sangat tinggi, yaitu sebesar 75,18%.

Sedangkan untuk hasil penelitian pada sampel B, terdapat Aluminium oksida (Al_2O_3) sekitar 3,62% dari komposisi keseluruhannya, sedangkan pada silikon dioksida (SiO_2) mempunyai nilai 9,72%. Fosfor pentoksida (P_2O_5) dengan persentase 1,79% yang menunjukkan persentase yang rendah. Titanium dioksida (TiO_2) mendapatkan nilai persentase sebesar 10,71% dari kandungan keseluruhannya, sedangkan komponen paling unggul dalam pasir besi ini adalah besi oksida (Fe_2O_3) yang mendapat persentase yang tinggi sebesar 70,17%. Persentase penting ini memperlihatkan bahwa besi oksida merupakan komponen utama dalam campuran ini. Selain itu, kandungan tinggi besi oksida dapat membuat pasir besi menjadi sumber potensial untuk ekstraksi besi, yang penting pada produksi logam dan industri yang lain.

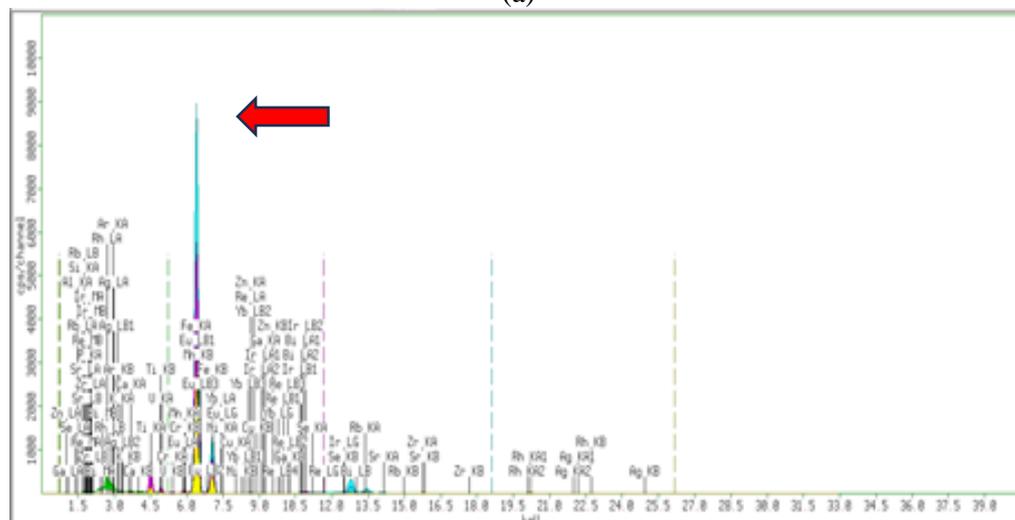
Tabel 1. Analisis Senyawa Mineral Pasir Besi

| Sampel | Senyawa | | | | |
|--------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | Al_2O_3 (%) | SiO_2 (%) | P_2O_5 (%) | TiO_2 (%) | Fe_2O_3 (%) |
| A | 2,04 | 5,84 | 2,28 | 10,40 | 75,18 |
| B | 3,62 | 9,72 | 1,79 | 10,71 | 70,17 |

Sedangkan untuk hasil uji yang dilakukan, maka dihasilkan grafik hasil XRF yang dapat dilihat pada Gambar 1.



(a)



(b)

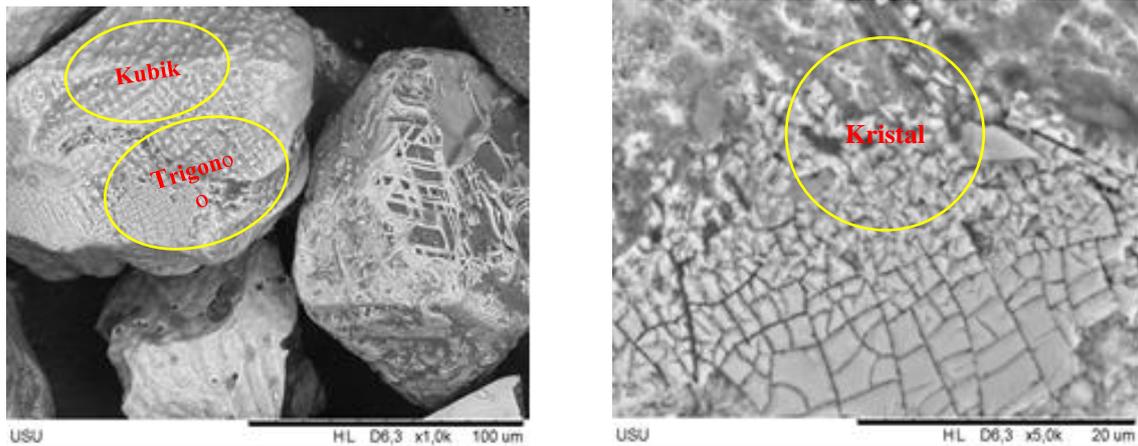
Gambar 1. Grafik XRF Pasir Besi (a) 500°C dan (b) 60°C

Pada Gambar 1 menunjukkan hasil grafik XRF yang dimana terdapat puncak yang bermuatan senyawa mineral pasir besi dan non pasir besi. Adapun senyawa mineral yang terdapat pada setiap sampel adalah Aluminium oksida (Al_2O_3), Silikon dioksida (SiO_2), Pentoksida fosfor (P_2O_5), Kalsium oksida (CaO), Titanium dioksida (TiO_2) dan Pasir Besi (Fe_2O_3) sebagai 5 senyawa dengan konsentrasi terbanyak.

3.2 Hasil Karakterisasi SEM Pasir Besi

3.2.1 Hasil Karakterisasi SEM Pasir Besi Pada Sampel A (500°C)

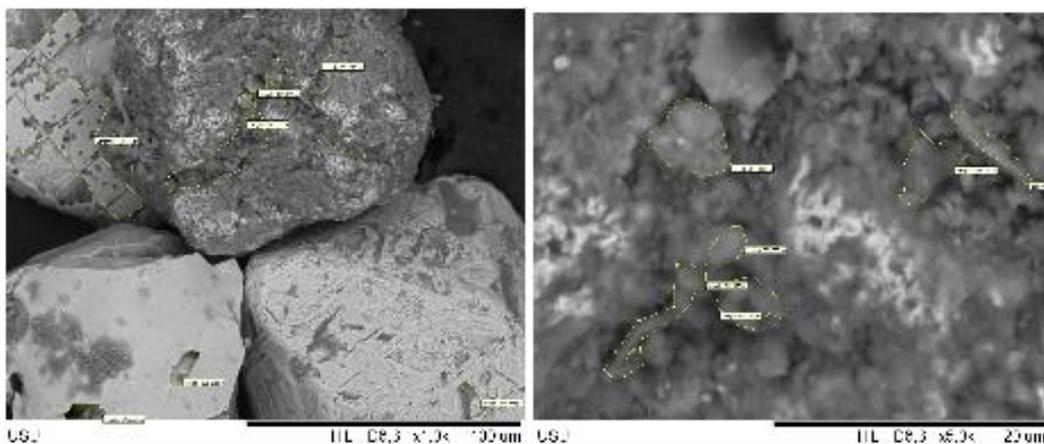
Gambar 2 menunjukkan hasil penelitian yang didapat dari pengamatan SEM, terlihat jelas bahwa morfologi pasir besi mempunyai bentuk yang berukuran cukup besar. Namun, tampak bahwa sebagian material-material yang berukuran relatif kecil menempel pada permukaan material yang besar. Beberapa batuan memiliki bentuk kristal kubik dan trigonal, seperti yang ditunjukkan pada gambar hasil SEM. Ini sesuai dengan informasi dari data sistem kristal yang dianalisis menggunakan perangkat lunak Digimizer. Data tersebut menunjukkan bahwa sampel pasir besi mengandung mineral batuan seperti oksida besi (Fe_2O_3), fosfor pentoksida (P_2O_5), kalsium oksida (CaO), titanium dioksida (TiO_2), dan silikon dioksida (SiO_2). Pasir Besi memiliki rentang ukuran partikel terkecil 149,22 m dan terbesar 150,20 m, dengan rata-rata 149,220 m, menurut analisis ukuran partikel yang dilakukan menggunakan *Software Digimizer*.



Gambar 2. Hasil SEM Sampel (a) 500°C

3.2.2 Hasil SEM Sampel (B) 600°C

Pada Gambar 3 menunjukkan morfologi sampel T70 dari $MnFe_2O_4$ dengan perbesaran 20 kali, yang menunjukkan bahwa morfologi $MnFe_2O_4$ berbentuk bulat serta mengalami aglomerasi. Dengan menggunakan *Digimizer*, terdapat beberapa ukuran partikel diantaranya yaitu 23,32 nm, 24,93 nm, 26,45 nm, dan 30,54 nm. Sehingga sampel pasir besi tersebut terdapat kandungan mineral batuan seperti *Aluminium Oxide* (Al_2O_3), *Silicon Dioxide* (SiO_2), *Phosphorus Pentoxide* (P_2O_5), *Titanium Dioxide* (TiO_2) dan Besi Oksida (Fe_2O_3). Pasir Menurut analisis menggunakan *Digimizer* bahwa besi memiliki ukuran paling besar yaitu 49,74 m, mendapat rata-rata 74,61 dan ukuran partikel yang paling kecil yaitu 49,74 m.



Gambar 3. Hasil SEM Sampel (b) 600°C

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian yaitu: Pada proses karakteristik pasir besi didapat hasil penelitian menggunakan proses SEM pada Sampel (a) 500°C dan untuk hasil menggunakan SEM pada sampel (b) 600°C memiliki komposisi yang relatif yang mirip dengan komponen utama, seperti Al_2O_3 , SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , dan Fe_2O_3 . Pada Fe_2O_3 (besi oksida) merupakan komponen dominan dalam semua sampel, menunjukkan bahwa pasir besi memiliki kandungan besi yang tinggi. Pada TiO_2 (titanium dioksida) dalam jumlah yang signifikan di semua sampel, memberikan wawasan tentang potensi penggunaan pasir besi untuk sumber titanium. Dan hasil dari pengaruh *treatment* oven pada pasir besi tampak pada variasi konsentrasi Fe_2O_3 . Dari hasil, terlihat bahwa suhu terendah pada *treatment* oven, semakin tinggi pula konsentrasi Fe_2O_3 . *Treatment* oven pada sampel (a) suhu 500 °C, memiliki konsentrasi Fe_2O_3 tertinggi (75,18%), diikuti oleh sampel (c) suhu

700 °C (70,68%). Sedangkan *treatment* panas matahari memiliki konsentrasi Fe₂O₃ tinggi (73,88%). Hasil ini menunjukkan bahwa *treatment* oven pada suhu yang lebih rendah memiliki kecenderungan untuk meningkatkan konsentrasi Fe₂O₃. Dalam perbandingan *treatment* oven dapat disimpulkan bahwa *treatment* oven lebih efektif dalam meningkatkan konsentrasi Fe₂O₃. Hal ini terlihat dari konsentrasi Fe₂O₃ yang lebih tinggi pada hasil sampel (a) 500°C dibandingkan dengan hasil pada sampel (b) 600°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Afza, E. (2011). Pembuatan Magnet Permanen Ba-Hexa Ferrite (BaO.6Fe₂O₃) dengan Metode Koopresipitasi dan Karakterisasinya, Skripsi, FMIPA, USU, Medan.
- Ansori, C. (2013). Mengoptimal 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.
- Austin, GT. (1985). "Shreve's Chemical Process Industries." Fifth Edition. New York: McGraw - Hill Book Co.
- Bates, R.L. and Jackson, J.A. (1980). "Glossary of Geology." 2nd Edition, American Geological Institute, Virginia
- Bilalodin. (2012). Pembuatan dan Penentuan Celah Pita Optik Film Tipis TiO₂. Purwokerto. *Jurnal Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*:86- 89.
- Dunlop, D., O. Ozdemir. (1997). "Rock Magnetic". Cambridge University Press, Cambridge.
- 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)^b. Coating Of Mecapto Modified Silica on Iron Sand Magnetic Material for Au (III) Adsorption in Aqueous Solution, IOP ConfSeries: Materials Sciences an Engineering: Conference Series, doi:10.1088/1757-899X/823/12031.
- Karbeka, M. Nuryono., dan Suyanta. (2020)^a. Syhtesis of Silica Coated on Iron Sand Magnetic Material Modified with 2-Mercaptobenzimidazole through Sol-ge, *Mor. J. Chem.* 8(S1), (00-052).
- Rettob, A.L., dan Karbeka, M. (2019). Pengaruh Konsentrasi Larutan HF Pada Proses Preparasi terhadap Kadar Unsur Bahan Magnetik Pasir Besi. *Wali Songo Journal of Chemistry*. 2(1), 6-9.
- Simamora., P., dan Krisna. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Sifat Magnetik Nanokomposit Fe₃O₄-Montmorilonit Berdasarkan Variasi Suhu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika NSF, Jakarta 15 Oktober 2015*, e-ISSN 2476-9398, pp. 75-80.

- Susilawati., Doyan, A., Taufik, M., Wahyudi., Gunawan, E.R., Kosim., dan Fitrhriyani. (2018). ‘Identifikasi Kandungan Fe Pada Pasir Besi Alam Di Kota Mataram.’ Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 4(1), 105-110
- Widianto E, Kardiman dan Fauji N. (2018). “Karakterisasi Magnetik dan Pasir Besi Alam Pantai Samudera Baru dan Pemanfaatannya sebagai Filler pada Sistem Penyaring Elektromagnetik”. Jurnal Riset Sains dan Teknologi. Vol.2 (1) 15-20.
- 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.