

Pengaruh Pemisahan Bertingkat Terhadap Kemurnian dan Karakteristik Pasir Besi dari Sungai Sembaha Deli Serdang

Miftahul Husnah^{1*}, Siti Aulia Hutauruk², Rabiatul Awiyah³, Chalista Dwi Putri⁴, Ridwan Yusuf Lubis⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

ABSTRAK

Pasir besi merupakan material alami yang mengandung mineral oksida besi dan umumnya terdapat di wilayah pesisir pantai maupun di aliran sungai yang terbentuk dari proses pelapukan batuan di daerah hulu. Ketersediaannya yang melimpah menjadikan pasir besi sebagai bahan baku yang penting dalam berbagai industri, seperti industri logam, pembuatan baja, serta bahan material magnetik yang digunakan dalam pengembangan teknologi modern. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemisahan magnetik bertingkat dan perlakuan panas terhadap kemurnian serta karakteristik pasir besi dari Sungai Sembaha, Deli Serdang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tahapan pemisahan magnetik menurunkan kehilangan massa dari 0,97% (5 kali) menjadi 0,15% (11 kali), yang mengindikasikan berkurangnya kandungan pengotor. Analisis FTIR menunjukkan adanya gugus Fe-O pada 562 cm^{-1} yang semakin dominan seiring meningkatnya jumlah pemisahan. Pola XRD menunjukkan puncak utama pada $2\theta \approx 35,47^\circ$ yang berkaitan dengan bidang kristal (311), yang mengindikasikan dominasi fase magnetit (Fe_3O_4). Hasil SEM menunjukkan bahwa partikel mengalami aglomerasi dengan ukuran berkisar antara 10–80 μm . Analisis EDS menunjukkan bahwa kandungan Fe mencapai 81,98% atom pada sampel dengan 11 kali pemisahan magnetik. Hasil ini menunjukkan bahwa pemisahan magnetik bertingkat efektif dalam meningkatkan kemurnian pasir besi, meskipun masih terdapat keterbatasan dalam menghilangkan pengotor berukuran halus.

ABSTRACT

Iron sand is a natural material containing iron oxide minerals and is generally found in coastal areas and in river flows formed from the weathering process of rocks in upstream areas. Its abundant availability makes iron sand an important raw material in various industries, such as the metal industry, steel making, and magnetic materials used in the development of modern technology. This study investigates the effect of multistage magnetic separation and heat treatment on the purity and characteristics of iron sand from Sungai Sembaha, Deli Serdang. The results showed that increasing the number of magnetic separation stages reduced mass loss from 0.97% (5 cycles) to 0.15% (11 cycles), indicating a decrease in impurity content. FTIR analysis revealed the presence of Fe-O functional groups at 562 cm^{-1} , which became more dominant with increasing separation stages. The XRD pattern exhibited a main peak at $2\theta \approx 35.47^\circ$ corresponding to the (311) crystal plane, indicating the dominance of the magnetite (Fe_3O_4) phase. SEM analysis showed that the particles exhibited agglomeration with sizes ranging from 10 to 80 μm . EDS analysis indicated that the Fe content reached 81.98 at.% in the sample subjected to 11 magnetic separation cycles. These results demonstrate that multistage magnetic separation effectively enhances the purity of iron sand, although limitations remain in removing fine impurities.

Kata Kunci: Pasir Besi; FTIR; XRD; SEM dan EDS

Email: * miftahulhusnah@uinsu.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.30829/jistech.v11i1.28910>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang sangat besar, khususnya pada sektor mineral dan pertambangan. Sumber daya mineral tersebut tersebar di berbagai wilayah dan berperan penting dalam mendukung perkembangan industri serta perekonomian nasional. Salah satu mineral yang cukup banyak ditemukan di Indonesia adalah pasir besi. Pasir besi merupakan material alami yang mengandung mineral oksida besi dan umumnya terdapat di wilayah pesisir pantai maupun di aliran sungai yang terbentuk dari proses pelapukan batuan di daerah hulu. Ketersediaannya yang melimpah menjadikan pasir besi sebagai bahan baku yang penting dalam

berbagai industri, seperti industri logam, pembuatan baja, serta bahan material magnetik yang digunakan dalam pengembangan teknologi modern [1].

Pasir besi pada umumnya tersusun atas beberapa jenis mineral oksida besi, di antaranya magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), dan maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) yang memiliki sifat kemagnetan tertentu. Selain mengandung mineral magnetik, pasir besi juga sering bercampur dengan mineral lain yang bersifat non-magnetik seperti kuarsa, feldspar, serta berbagai mineral silikat lainnya. Komposisi mineral yang terkandung dalam pasir besi dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi geologi serta lokasi pengambilan sampel. Variasi kandungan mineral tersebut menyebabkan karakteristik pasir besi di setiap daerah memiliki sifat yang berbeda, baik dari segi kandungan unsur, ukuran partikel, maupun sifat magnetiknya [2]. Sungai Sempahe di Kabupaten Deli Serdang memiliki potensi besar sebagai sumber pasir besi yang bisa menjadi bahan baku penting untuk industri baja dan semen. Meskipun sumber daya ini melimpah, pemanfaatannya masih belum optimal.

Saat ini, sungai lebih dikenal sebagai tempat wisata, sementara potensi pasir besinya kurang diperhatikan. Sayangnya, sektor pariwisata di Sungai Sempahe tidak berjalan sebaik yang diharapkan. Jumlah pengunjung relatif sedikit dan biasanya hanya ramai pada akhir pekan atau hari libur. Selain itu, banyak tempat wisata lain di sepanjang sungai yang bersaing, membuat potensi ekonomi lokal dari pariwisata belum tercapai. Pasir adalah sedimen mineral dengan ukuran butiran berkisar antara 0,063 mm hingga 5 mm [3]. Di Indonesia, pasir besi merupakan sumber mineral yang kaya akan besi, namun pemanfaatannya belum optimal. Saat ini, penggunaannya sebagian besar terbatas sebagai bahan tambahan dalam produksi beton. Berbeda dengan negara-negara seperti Selandia Baru dan Cina, yang telah memanfaatkan pasir besi sebagai bahan dasar dalam pembuatan baja. Pasir besi banyak ditemukan di daerah pegunungan, sungai, dan terutama di sepanjang pesisir pantai Indonesia, seperti pantai barat Sumatera, pantai selatan Jawa dan Bali, Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, Maluku, hingga pesisir utara Papua [4].



Gambar 1 Pasir Besi

Pasir besi alami mengandung berbagai mineral magnetik, di antaranya magnetit (Fe_3O_4) dan hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) sebagai mineral utama atau senyawa dominan. Selain itu, terdapat juga mineral-mineral seperti maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), rutil (TiO_2), dan ilmenit (FeTiO_3) sebagai komponen minor. Perbedaan kadar kandungan mineral ini dipengaruhi oleh kondisi geologi serta proses mineralisasi yang terjadi di masing-masing wilayah (Silalahi, dkk. 2021). Sifat pasir besi pada suatu daerah dapat berbeda-beda karena dipengaruhi oleh kondisi geologi, lokasi pengendapan, serta proses alam yang terjadi selama pembentukannya. Perbedaan tersebut dapat diamati dari variasi komposisi mineral, ukuran partikel, dan sifat magnetik yang dimiliki oleh pasir besi. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa mineral magnetit umumnya menjadi komponen utama pada pasir besi, sementara mineral lain seperti hematit, siderit, dan titanomagnetit biasanya ditemukan dalam jumlah yang lebih kecil. Keberadaan berbagai mineral tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia pasir besi, sehingga diperlukan proses karakterisasi untuk mengetahui komposisi serta sifat material secara lebih mendalam [6].

Magnet adalah suatu bahan yang memiliki kemampuan untuk menarik besi atau baja dan memiliki medan magnet. Istilah "magnet" kemungkinan berasal dari "magnesia," nama sebuah daerah di Asia Kecil. Menurut legenda, sekitar 4.000 tahun lalu, di daerah tersebut ditemukan sejenis batu yang memiliki kemampuan menarik besi, baja, atau campuran logam lainnya. Benda ini dikenal sebagai magnet [7]. Dalam logam non-magnet, magnet elementernya memiliki arah yang acak dan tidak teratur, sehingga efek magnetnya saling meniadakan, mengakibatkan tidak adanya kutub magnet di ujung logam tersebut. Setiap magnet memiliki dua kutub: utara dan selatan [8]. Pemisahan magnetik merupakan teknik yang memanfaatkan perbedaan sifat magnetik untuk memisahkan mineral, sesuai dengan yang dijelaskan oleh Mufit (2016) dan Ansori (2013). Metode ini bertujuan untuk memisahkan mineral berharga dari mineral yang tidak diinginkan. Terdapat dua jenis pemisahan magnetik: metode kering dan metode basah (Budiyanto, 2021). Metode kering biasanya diterapkan pada bahan yang kasar dan kuat, sedangkan metode basah digunakan untuk memisahkan mineral magnetik kuat yang ada dalam campuran tanah halus dengan air sebagai medium [9].

Pemanasan merupakan salah satu tahap penting dalam proses pemurnian pasir besi. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air, menghilangkan pengotor organik, dan memperbaiki struktur kristal mineral besi yang terkandung di dalam pasir. Pada dasarnya, pemanasan dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu pengeringan alami di bawah sinar matahari dan pemanasan menggunakan alat seperti oven listrik. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan dalam proses pemurnian. Dalam penelitian ini, pasir besi yang telah dikeringkan secara alami kemudian dipanaskan menggunakan oven listrik pada suhu sekitar 200°C selama 3 jam. Pemanasan buatan ini bertujuan untuk menghilangkan sisa air dan komponen organik lain yang masih tersisa, sehingga pasir besi menjadi lebih murni dan siap untuk proses pemisahan magnetik.

Untuk mengetahui komposisi unsur serta karakteristik pasir besi hasil pemurnian melalui proses pemisahan magnetik, dilakukan serangkaian analisis menggunakan beberapa instrumen ilmiah. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD) Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). Kombinasi dari berbagai metode karakterisasi ini memberikan informasi yang komprehensif mengenai sifat fisik, kimia, dan struktur pasir besi hasil pemurnian.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian yang menggunakan metode karakterisasi dan analisis data. Dalam penelitian ini, mineral yang dianalisis berasal dari pasir besi Sungai Sembaha, Kabupaten Deli Serdang. Pasir besi yang telah diambil terlebih dahulu dijemur di bawah sinar matahari selama 9 jam pada suhu lingkungan antara 29°C hingga 31°C untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam sampel. Setelah proses penjemuran, pasir besi dipisahkan dari pengotornya menggunakan magnet dengan variasi jumlah pemisahan sebanyak 5, 7, 9, dan 11 kali untuk memperoleh pasir besi dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi. Selanjutnya, masing-masing sampel pasir besi ditimbang sebanyak 100 gram untuk mengetahui massa awal sebelum dilakukan proses pencucian dan pemanasan.

Pasir besi yang telah dipisahkan kemudian dicuci menggunakan aquades untuk membersihkan sisa-sisa pengotor yang masih menempel pada sampel. Setelah proses pencucian, sampel diberi perlakuan panas (heat treatment) menggunakan oven listrik. Untuk menjaga konsistensi hasil, setiap perlakuan dilakukan dengan massa awal yang sama yaitu 100 gram dan kondisi pemanasan yang konstan pada suhu 200°C selama 3 jam. Pengukuran massa dilakukan menggunakan neraca digital dengan ketelitian $\pm 0,01$ gram. Setelah pemanasan selesai, sampel dibiarkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian masing-masing sampel ditimbang kembali untuk mengetahui perubahan massa setelah proses pencucian dan perlakuan panas. Tahap akhir penelitian adalah proses pengujian karakteristik sampel menggunakan beberapa metode analisis, yaitu Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), dan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk mengetahui karakteristik pasir besi yang diperoleh dari Sungai Sembaha, Kabupaten Deli Serdang. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasir besi yang diambil langsung dari lokasi penelitian, kemudian dilakukan proses pengolahan awal seperti pengeringan dan pemisahan secara magnetik untuk memperoleh material yang lebih homogen. Pasir besi merupakan salah satu sumber daya mineral yang banyak ditemukan di alam dan umumnya mengandung mineral utama seperti magnetit (Fe_3O_4) dan hematit (Fe_2O_3), serta beberapa mineral pengotor lainnya.

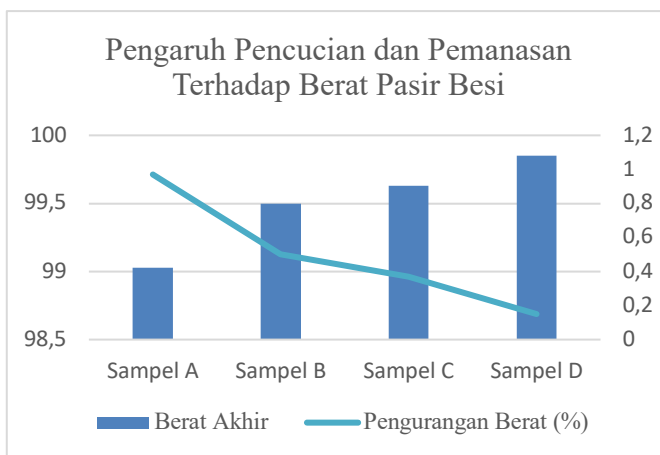
1. Pengurangan Massa

Setelah proses pencucian dan pemanasan, massa pasir besi yang diperoleh mengalami penurunan dibandingkan dengan massa sebelum pencucian. Hasil pengukuran massa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan Berat Pasir Besi Setelah Proses Pemisahan Magnetik dan Pemanasan

| Sampel | Jumlah Pemisahan Magnetik | Sebelum Awal (gram) | Berat Akhir (gram) | Perubahan Berat (%) |
|--------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| A | 5 Kali | 100 | 99,03 | 0,97 |
| B | 7 Kali | 100 | 99,50 | 0,50 |
| C | 9 Kali | 100 | 99,63 | 0,37 |
| D | 11 Kali | 100 | 99,85 | 0,15 |

Berdasarkan hasil pengujian, sampel yang mengalami lebih banyak tahapan pemisahan magnetik menunjukkan penurunan massa yang lebih kecil selama pemanasan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan pengotor dalam sampel semakin berkurang. Proses pemisahan magnetik mampu meningkatkan kemurnian pasir besi dengan memisahkan mineral magnetik utama seperti magnetit dari mineral non-magnetik. Oleh karena itu, semakin banyak tahapan pemisahan yang dilakukan, maka kandungan pengotor dalam pasir besi semakin sedikit sehingga perubahan massa yang terjadi menjadi lebih kecil.

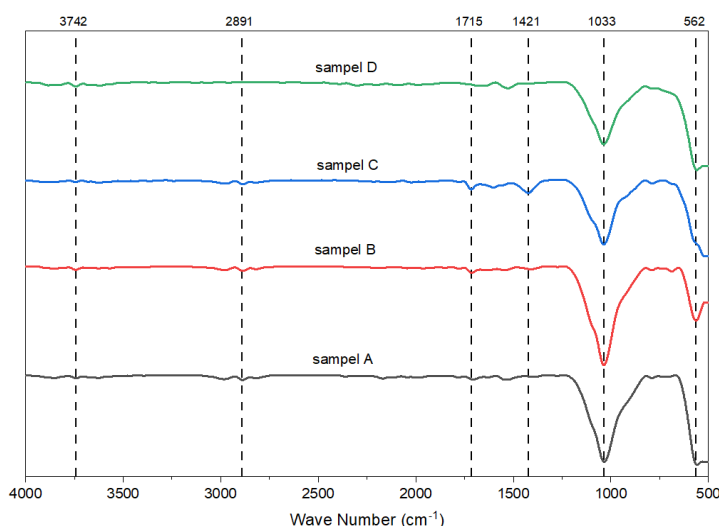


Gambar 2 Grafik Pengaruh Pencucian dan Pemanasan Terhadap Berat Pasir Besi

Grafik di atas menunjukkan data pengurangan berat (%) dan berat akhir (gram) dari sampel pasir besi setelah proses pencucian dan pemanasan. Hasil ini menunjukkan tren linear penurunan kehilangan massa seiring meningkatnya jumlah pemisahan magnetik. Secara kuantitatif, terjadi penurunan sebesar ~84,5% dari sampel A ke D, yang mengindikasikan efektivitas metode dalam mengurangi pengotor. Pada sampel A dengan pemisahan magnetik sebanyak 5 kali pengurangan berat sebesar 0,97% menunjukkan adanya banyak pengotor berukuran besar yang belum sepenuhnya terpisahkan. Pada sampel B dengan pemisahan magnetik sebanyak 7 kali pengurangan berat menurun menjadi 0,50% menandakan pengotor mulai berkurang dan kemurnian pasir besi meningkat dibandingkan sampel A. Pada sampel C dengan pemisahan magnetik sebanyak 9 kali perubahan berat semakin kecil 0,37%, menunjukkan peningkatan konsentrasi mineral magnetik. Pada sampel D dengan pemisahan magnetik sebanyak 11 kali memiliki pengurangan berat terkecil 0,15% menunjukkan hampir semua pengotor terpisahkan dan kemurnian maksimal tercapai. Dengan jumlah pemisahan magnetik yang maksimal, pengotor hampir seluruhnya terpisahkan, menghasilkan pasir besi yang paling murni.

2. *Fourier Transform Infra-Red (FTIR) Spectroscopy*

Spectroscopy digunakan untuk menganalisis gugus fungsi pada bilangan gelombang 4000-400 cm⁻¹. Sampel yang dikarakterisasi sebanyak 4 sampel dan dapat dilihat pada Gambar 4.7 Gugus fungsi yang muncul ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak transmitansi dari pola grafik FTIR, masing-masing gugus fungsi memiliki bilangan gelombang yang berbeda didasarkan pada kemampuan gugus fungsi yang bergetar dan menyerap energi dari spektrum infra-red.



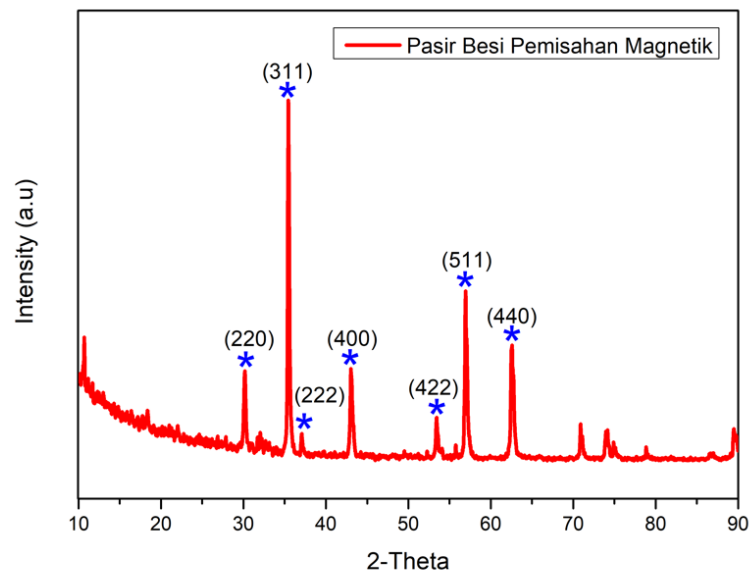
Gambar 3 Gugus Fungsi Pasir Besi

Berdasarkan spektrum FTIR, diperoleh pita serapan pada daerah bilangan gelombang sekitar 3200–3600 cm⁻¹ berkaitan dengan vibrasi gugus hidroksil (-OH), yang menunjukkan adanya air teradsorpsi atau gugus hidroksil pada permukaan sampel. Selain itu, terdapat pita serapan pada kisaran 1000–1100 cm⁻¹ yang mengindikasikan

keberadaan gugus silikat (Si-O), yang berasal dari pengotor mineral seperti silika dalam pasir besi. Intensitas pita-pita tersebut cenderung menurun seiring dengan meningkatnya jumlah tahapan pemisahan magnetik, yang menunjukkan berkurangnya kandungan pengotor dalam sampel. Pada daerah bilangan gelombang rendah, yaitu sekitar 562 cm^{-1} , muncul pita serapan khas yang berkaitan dengan vibrasi ikatan Fe-O, sebagai karakteristik dari Fe_3O_4 dalam sampel. Di antara seluruh sampel, sampel D menunjukkan spektrum yang paling baik, ditandai dengan pita Fe-O yang lebih dominan dan minimnya gangguan dari gugus lain, sehingga mengindikasikan tingkat kemurnian Fe_3O_4 yang lebih tinggi dibandingkan sampel lainnya.

3. X-Ray Diffractometer (XRD)

Pengujian menggunakan X-ray Diffractometer (XRD) dilakukan untuk mengetahui struktur kristal dan fasa yang terkandung dalam sampel. Karakterisasi ini dilakukan terhadap 1 sampel. Berdasarkan hasil pengujian XRD yang telah dilakukan, diperoleh pola difraksi yang ditampilkan pada Gambar 4 berikut ini;



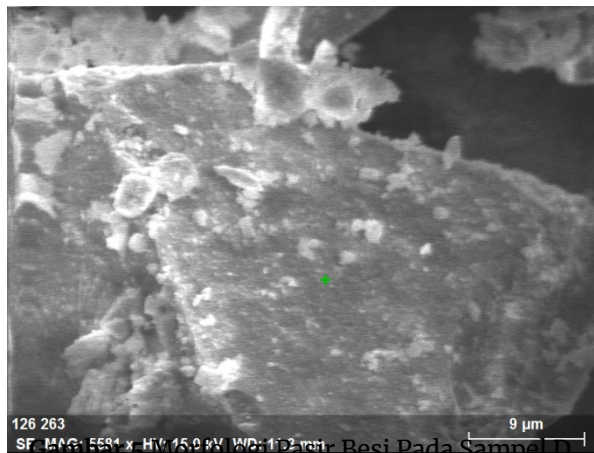
Gambar 4 Grafik XRD Pasir Besi Pada Sampel D

Berdasarkan pola difraksi sinar-X (XRD) pada Gambar 4.3, sampel D hasil pemisahan magnetik menunjukkan beberapa puncak difraksi yang menandakan adanya fase kristalin. Pola difraksi yang diperoleh sesuai dengan data standar magnetit (JCPDS No. 19-0629), yang menunjukkan puncak karakteristik pada bidang 2θ sekitar 30° , 35° , 37° , 43° , 53° , 57° , dan 62° yang masing-masing berkaitan dengan bidang kristal (220), (311), (222), (400), (422), (511), dan (440). Puncak dengan intensitas tertinggi terlihat pada sudut sekitar 35° yang berhubungan dengan bidang kristal (311). Puncak ini merupakan ciri utama dari mineral magnetit (Fe_3O_4) sehingga menunjukkan bahwa fase magnetit mendominasi struktur kristal pada sampel D. Kemunculan beberapa bidang kristal seperti (220), (400), (422), (511), dan (440) yang merupakan karakteristik struktur magnetit menunjukkan bahwa sampel memiliki tingkat kristalinitas yang cukup baik. Keberadaan bidang-bidang kristal tersebut menandakan bahwa struktur kristal material didominasi oleh fase magnetit. Pola difraksi XRD magnetit ditandai dengan munculnya beberapa bidang kristal khas dari struktur kubik spinel. Kemunculan bidang-bidang kristal tersebut menunjukkan bahwa fase magnetit menjadi komponen utama dalam material yang dianalisis, sehingga mengindikasikan bahwa proses pemisahan magnetik mampu meningkatkan kandungan mineral magnetik pada pasir besi [10]

4. Scanning Electron Microscope (SEM)

Karakterisasi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan dan ukuran butir pada sampel pasir besi. Pengamatan dilakukan dengan perbesaran sebesar 1000x. Hasil pengamatan morfologi permukaan sampel ditunjukkan pada Gambar 5.

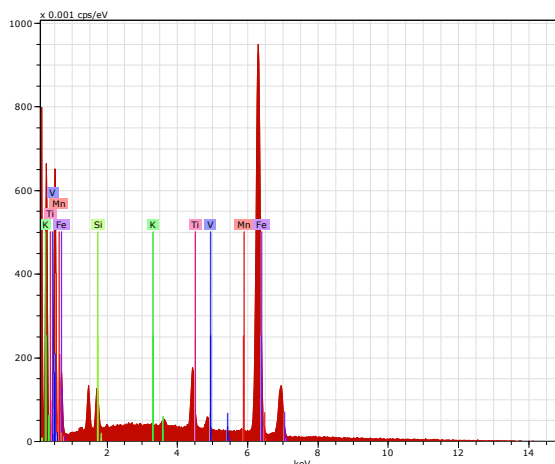
Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa partikel pasir besi masih memiliki bentuk yang tidak beraturan dengan permukaan yang relatif kasar. Terdapat adanya aglomerasi atau penggumpalan antar partikel. Aglomerasi tersebut dapat mempengaruhi efisiensi proses pemisahan, karena partikel non-magnetik berpotensi ikut terbawa bersama gumpalan partikel magnetik [11]. Ukuran partikel yang bervariasi, yaitu sekitar 10 hingga $80\ \mu\text{m}$, juga berpengaruh terhadap efektivitas proses pemisahan. Partikel dengan ukuran yang lebih kecil umumnya lebih sulit dipisahkan secara sempurna dan cenderung menempel pada permukaan partikel magnetik yang berukuran lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun proses pemisahan magnetik mampu meningkatkan kadar unsur Fe, metode tersebut masih memiliki keterbatasan dalam menghilangkan seluruh pengotor, terutama yang berada dalam bentuk partikel halus.



Gambar 5 Morfologi Pasir Besi Pada Sampel D

5. Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)

Karakterisasi menggunakan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) bertujuan untuk mengetahui komposisi unsur yang terkandung dalam sampel pasir besi. Analisis EDS dilakukan untuk mengidentifikasi jenis unsur serta persentase kandungan unsur yang terdapat pada sampel. Hasil analisis komposisi unsur dari pengujian EDS ditunjukkan pada Gambar 6;



Gambar 6 Spektrum EDS pasir besi sampel D (hasil pemisahan magnetik 11x)

Berdasarkan Gambar 6 kandungan unsur besi (Fe) meningkat setelah dilakukan pemisahan magnetik sebanyak 11 kali. Nilai normalisasi berat sebesar 31,21% dan atom sebesar 81,98% menunjukkan bahwa unsur Fe mendominasi sampel. Hal ini menunjukkan bahwa metode pemisahan magnetik cukup efektif dalam memisahkan mineral feromagnetik seperti magnetit (Fe_3O_4) dan hematit (Fe_2O_3) yang mudah tertarik oleh medan magnet. Selain Fe, terdeteksi pula unsur Ti sebesar 2,62% yang diduga berasal dari mineral ilmenit ($FeTiO_3$) serta unsur Si sebesar 1,87% yang kemungkinan berasal dari kuarsa (SiO_2). Kedua mineral tersebut bersifat non-magnetik sehingga tidak mudah terpisah secara magnetik. Spektrum EDX juga menunjukkan puncak intensitas tertinggi pada unsur Fe, sementara puncak kecil dari unsur Ti, Si, K, dan V menandakan masih adanya pengotor dalam jumlah kecil pada sampel.

Hasil FTIR, XRD, SEM, dan EDS menunjukkan keterkaitan yang konsisten, di mana peningkatan intensitas gugus Fe–O pada FTIR sejalan dengan dominasi fase magnetit pada XRD serta intensitas kandungan Fe berdasarkan EDS. Namun, hasil SEM menunjukkan masih adanya aglomerasi partikel yang mengindikasikan keterbatasan metode pemisahan dalam menghilangkan pengotor berukuran halus.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tahapan pemisahan magnetik dari 5 hingga 11 kali secara signifikan meningkatkan kemurnian pasir besi, yang ditunjukkan oleh penurunan kehilangan massa dari 0,97% menjadi 0,15% setelah pemanasan. Karakterisasi FTIR, XRD, SEM, dan EDS mengonfirmasi bahwa sampel dengan 11 kali pemisahan didominasi oleh fase magnetit (Fe_3O_4) dengan kandungan Fe mencapai 81,98% atom. Hasil pengujian SEM menunjukkan bahwa sampel masih mengalami aglomerasi.

Proses pemanasan memberikan pengaruh terhadap pemurnian pasir besi hasil pemisahan magnetik. Berdasarkan hasil analisis, terjadi perubahan massa pada sampel selama proses pemanasan yang menunjukkan adanya pelepasan air teradsorpsi serta senyawa pengotor yang masih terdapat pada pasir besi. Penurunan massa tersebut mengindikasikan bahwa proses pemanasan dapat membantu mengurangi kandungan zat pengotor dalam sampel.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen serta semua pihak yang telah membantu dan memberikan masukan berharga dalam penyusunan laporan ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang material.

Daftar Pustaka

- [1] Afdal, "Karakterisasi Sifat Magnet Dan Kandungan Mineral Pasir Besi Sungai Batang Kuranji Padang Sumatera Barat," *J. Ilmu Fis. | Univ. Andalas*, vol. 5, no. 1, pp. 24–30, 2013, doi: 10.25077/jif.5.1.24-30.2013.
- [2] Bilalodin, Sunardi, and M. Effendy, "Analisis Kandungan Senyawa Kimia dan Uji Sifat Magnetik Pasir Besi Pantai Ambal," *J. Fis. Indones.*, vol. XVII, no. 50, pp. 29–31, 2013.
- [3] S. Sinuraya, E. Amiruddin, D. Nurrohmah, and T. Wulandari, "Analisa Perubahan Suseptibilitas Magnetik Dan Komposisi Partikel Pasir Alam Sungai Rokan Sebagai Fungsi Kecepatan Putar Tabung Ball Milling," *Komun. Fis. Indones.*, vol. 18, no. 3, p. 225, 2021, doi: 10.31258/jkfi.18.3.225-229.
- [4] F. Bahfie, E. A. Harahap, M. I. Alfarisy, and L. O. Arham, "Pengolahan Pasir Besi Untuk Meningkatkan Kadar Titanium (Ti) Dengan Metode Pemisahan Magnetik Secara Basah," *Jurnal.Balitbangda.Lampungprov.Go.Id/*, vol. 10, no. 3, pp. 237–246, 2022.
- [5] T. A. Silalahi, I. H., Khasanah, N., & Zaharah, "Komposisi unsur dan mineral dalam pasir besi, residu bauksit di PT. Indonesia Chemical Alumina (ICA) [Elemental composition and minerals in iron sand, bauxite residue at PT. Indonesia Chemical Alumina (ICA)," *Indones. J. Pure Appl. Chem.*, vol. 4, no. 3, pp. 132–138., 2021.
- [6] M. Ito, A. H. Daulay, and L. H. Lubis, "Karakterisasi Kandungan Mineral dan Pengaruh Treatment Panas Pasir Besi Hulu Sungai Seruai Kabupaten Deli Serdang," *J. Kumparan Fis.*, vol. 5, no. 3, pp. 151–160, 2023, doi: 10.33369/jkf.5.3.151-160.
- [7] P. H. R. dan C. A. Suryanti, "No Title," *PERFORMA IKAN 'SI DULANG' (IKAN ASIN KHAS KEDUNG MALANG JEPARA) PASCA PENERAPAN RAK PENERING IKAN PEHLING Suryanti*, vol. 19, 2017.
- [8] E. Afza, "Pembuatan Magnet Permanent Ba-Hexa Ferrite (BaO. 6Fe₂O₃) dengan Metode Koopresipitasi dan Karakterisasinya," 2021.
- [9] Suratman., "Benefisiasi pasir besi Jene Gumanti, Sulawesi Selatan. Jurnal Bahan Galian Industri," vol. 12, no. 34, pp. 8–13, 2008.
- [10] I. Lestari, Y. Ramadhanty, L. Marlinda, and U. Jambi, "Eksakta," vol. 22, no. 04, pp. 238–247, 2021.
- [11] U. K. Khairunnisa, "K Karakterisasi Pasir Besi Dan Sifat Magnetik Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai," *Saintifik*, vol. 10, no. 2, pp. 276–282, 2024, doi: 10.31605/saintifik.v10i2.505.