



APCP

Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

Karakterisasi Kandungan Mineral Bijih Besi (Fe) Sungai Maosu Desa Sangtandung Kecamatan Walenrang Kabupaten Luwu

Nurhalifa Sirua¹⁾, Suaedi²⁾, Aryadi Nurfalaq^{1*)}

¹⁾ Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

²⁾ Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespondensi : aryadinurfalaq@yahoo.co.id

ABSTRACT– The characterization of iron ore mineral content in the Mauso River, Sangtandung Village, Walenrang District, Luwu Regency has been carried out. Iron ore is a very abundant natural resource in Indonesia. Iron ore contains iron (Fe) based magnetic materials in the form of iron oxide minerals (Fe), namely magnetite (Fe_3O_4), hematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), and maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). This research was conducted to determine the elemental and mineral content of iron ore using XRD and XRF which were carried out at the Laboratory of Measurement of the Faculty of Science, University of Cokroaminoto Palopo, and the Laboratory of XRD and XRF UNHAS. Based on the results of the XRF test, the composition of the elements contained in iron ore, namely iron 98.34%, manganese 1.24%, phosphorus 0.199%, calcium 0.082%, zinc 0.0372%, copper 0.028%, niobium 0.0263%, molybdenum 0.0166%, indium 0.0104%, stannum 0.0104%, and stibium 0.0059%, while the XRD test results for the relative percentages in the iron ore samples obtained Fe_3O_4 minerals (magnetite) with a relative percentage of 48.5%, CuFe_2O_4 (cuprospinel) relative percentage of 44.6%, and Cr_2FeO_4 (chromite) relative percentage of 6.9%. The mineral phase Fe_3O_4 (magnetite) is the phase with the highest percentage according to its properties magnetite which has strong magnetic properties, this is also evidenced from samples of iron ore which are brownish black.

ABSTRAK–Telah dilakukan karakterisasi kandungan mineral bijih besi di Sungai Mauso Desa Sangtandung Kecamatan Walenrang Kabupaten Luwu. Bijih besi merupakan sumber daya alam yang sangat melimpah di Indonesia. Bijih besi mengandung material magnetik berbasis besi (Fe) dalam bentuk mineral oksida besi (Fe) yaitu magnetit (Fe_3O_4), hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), dan maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur dan mineral bijih besi menggunakan XRD dan XRF yang dilakukan di Laboratorium Pengukuran Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, dan Laboratorium XRD dan XRF UNHAS. Berdasarkan hasil uji XRF komposisi kandungan unsur yang terkandung dalam bijih besi yaitu besi 98,34%, mangan 1,24%, fosfor 0,199%, kalsium 0,082%, zinc 0,0372%, copper 0,028%, niobium 0,0263%, molybdenum 0,0166%, indium 0,0104%, stannum 0,0104%, dan stibium 0,0059%, sedangkan hasil uji XRD persentase relatif dalam sampel bijih besi diperoleh mineral Fe_3O_4 (magnetite) dengan persentase relatif 48,5%, CuFe_2O_4 (cuprospinel) persentase relatif 44,6%, dan Cr_2FeO_4 (chromite) persentase relatif 6,9%. Fasa mineral Fe_3O_4 (magnetite) merupakan fasa dengan persentase tertinggi sesuai dengan sifat magnetite yang mempunyai sifat magnet yang kuat, hal ini juga dibuktikan dari sampel bijih besi yang berwarna hitam kecoklatan.

Kata Kunci : bijih besi, XRD, XRF

PENDAHULUAN

Bijih besi merupakan salah satu sumber material magnetik yang banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti elektronika, energi, kimia, ferofluida, katalis, diagnosa medik dan berbagai industri. Bijih besi

sebagai salah satu bahan baku utama dalam industri baja dan industri alat berat lainnya di Indonesia, sehingga keberadaanya akhir-akhir ini memiliki peranan yang sangat penting di Indonesia bahkan di tingkat Internasional (Rahwanto & Jalil, 2013).

Selama ini bijih besi pada umumnya dijadikan sebagai bahan bangunan padahal bijih besi mengandung bahan mineral magnetik yang merupakan basis untuk pengembangan divais dalam kehidupan modern. Bijih besi banyak mengandung mineral berharga yang mengandung unsur besi, titanium dan unsur lainnya yang bisa dimanfaatkan untuk bahan industri. Endapan bijih besi dapat mengandung mineral-mineral magnetik seperti magnetit (Fe_3O_4), hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), dan maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Mineral-mineral tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan industri. Sebagai contoh magnetit dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk tinta kering (*toner*) pada mesin *photocopy* dan *printer laser*, sementara maghemit adalah bahan utama untuk pita kaset. Ketiga mineral magnetik di atas dapat juga digunakan sebagai pewarna serta campuran (*filter*) untuk cat serta bahan dasar untuk industri magnet permanen (Afdal & Lusi, 2013).

Kecamatan Walenrang Kabupaten Luwu merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi bijih besi untuk dijadikan bahan dasar dalam pembuatan besi dan baja di Indonesia. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Sunarya, Hasanuddin, Syamsuddin, Maria, & Erfan, 2017) yaitu eksplorasi bijih besi (Fe) menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Wenner-Schlumberger* di Kabupaten Luwu, didapatkan bahwa dua sebaran bijih besi terbesar berada di sebelah barat daerah Kecamatan Walenrang dengan arah timur laut-barat daya. Hasil pengukuran geomagnet diperoleh bahwa batuan bawah permukaan Desa Santandung memiliki nilai suseptibilitas 0,029 – 0,3144 SI pada kedalaman 0 – 32 m yang diinterpretasikan sebagai batuan basal yang tersebar di permukaan berukuran 40 x 50 m (0,2 ha) hingga pada kedalaman 32 m mengintrusi batuan yang di atasnya (Nurfalaq, Manrulu, & Pardi, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan unsur bijih besi

dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) di Sungai Maosu Desa Sangtandung, Kecamatan Walenrang dan menganalisis kandungan mineral bijih besi di Sungai Maosu, Desa Sangtandung, Kecamatan Walenrang, Kabupaten Luwu menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dimana sampel akan diuji menggunakan XRF dan XRD. Sampel bijih besi yang digunakan berasal dari di Sungai Maosu. Pengolahan dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Pengukuran Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, dan Laboratorium Fisika XRD dan XRF UNHAS.

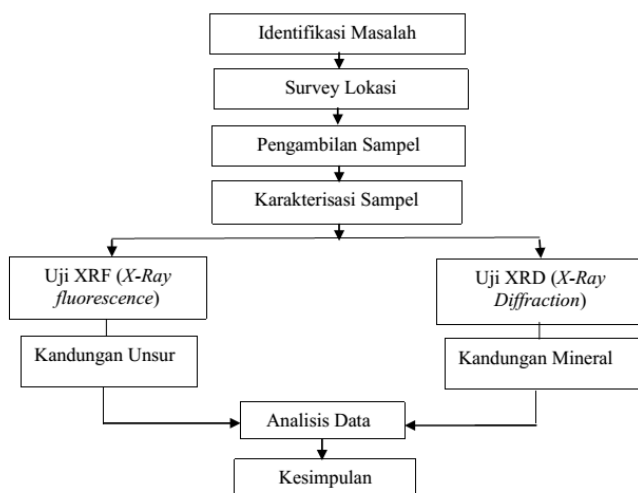
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah XRD (*X-Ray Diffraction*), XRF (*X-ray fluorescence*), *mikrowave*, neraca, batang pengaduk, cawan porselon, palu, ayakan *mesh* 80 ml, magnet permanen. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu bijih besi, kantong sampel, wadah, dan alat tulis.

Adapun metode kerja dari penelitian ini

1. Pengambilan Sampel, sampel bijih besi diambil di Sungai Maosu, Desa Sangtandung, Kecamatan Walenrang, Kabupaten Luwu.
2. Prosedur kerja yang pertama adalah mengumpulkan batu bijih besi alam. Batu bijih besi dipecah menjadi bongkahan-bongkahan kecil secara manual menggunakan palu. Lalu bongkahan tersebut dicuci untuk menghilangkan pengotor yang melekat. Kemudian dihaluskan menggunakan palu, selanjutnya dilakukan pengayakan dengan ayakan *mesh* 80 ml hingga diperoleh bijih besi 25 berukuran kecil berdiameter ± 1 cm. Kemudian sampel pasir diletakkan pada cawan untuk ditimbang setelah itu dikeringkan menggunakan *microwave* dengan suhu 105°C selama 30 menit. Kemudian sampel

didinginkan sebelum diuji menggunakan XRD dan XRF. Setelah mendapatkan bijih besi dilakukan karakterisasi awal XRF di laboratorium yang bertujuan untuk mendapatkan informasi kandungan unsur yang terkandung. Kemudian untuk informasi struktur, mineral dan senyawa yang terkandung dilakukan karakterisasi XRD.

3. Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu berdasarkan hasil uji laboratorium dengan menggunakan uji XRF untuk mengetahui kandungan unsur bijih besi yang ada di Sungai Maosu, Kecamatan Walenrang Kabupaten Luwu. Kemudian melakukan uji XRD dilakukan secara kualitatif. Analisis kualitatif untuk mengetahui kandungan mineral bijih besi. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Match!2* dengan *database PDF2*.



Gambar 1. Bagan tahapan alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium pengukuran Sains Universitas Cokroaminoto Palopo. Sampel yang telah dipreparasi kemudian dilakukan pengujian XRF (*X-ray Fluorescence*) di Laboratorium Fisika XRD dan XRF UNHAS dengan tujuan mengetahui komposisi kandungan unsur magnetik dari bijih besi kemudian sampel juga diuji menggunakan XRD (*XRay Diffraction*) yang tujuannya untuk mengetahui

komposisi kandungan senyawa mineral magnetik dari bijih besi.

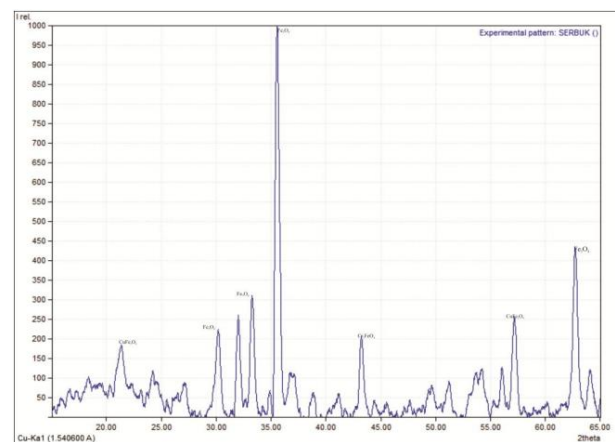
Setelah dilakukan uji XRF (*X-ray Fluorescence*) pada sampel bijih besi yang telah dipreparasi menggunakan magnet batang permanen, maka didapatkan unsur-unsur dengan persen berat sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi unsur hasil uji XRF sampel bijih besi Sungai Maosu, Desa Santandung

Unsur	Persen berat (%)
Fe	98,34
Mn	1,24
Px	0,199
Ca	0,082
Zn	0,0372
Cu	0,028
Nb	0,0263
Mo	0,0166
In	0,0104
Sn	0,0084
Sb	0,0059

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa unsur yang mengandung persen berat paling tinggi adalah besi dengan berat 98,34% kemudian Mangan 1,24%. Sedangkan unsur-unsur lainnya seperti fosfor, calcium, zinc, copper, niobium, molydenum, indium, stannum, dan stibium persen beratnya tidak lebih dari 1%.

Setelah dilakukan uji XRD pada sampel bijih besi, maka berikut ini adalah hasil dari pola difraksi XRD.



Gambar 2. Pola difraksi dari hasil uji XRD

Berdasarkan hasil pengujian XRD maka diperoleh mineral magnetik dan persentase relatif sebagai berikut:

Tabel 2. Mineral mangetik hasil uji XRD

Mineral	Rumus Molekul	Persentase Relatif (%)
Magnetite	Fe_3O_4	48,5
Cuprospinel	CuFe_2O_4	44,6
Chromite	Cr_2FeO_4	6,9

Berdasarkan data XRD yang diperoleh, dilakukan identifikasi puncak-puncak grafik XRD menggunakan perangkat lunak *Match!2* dengan mencocokkan puncak yang ada pada pola difraksi dengan *database*.

2. Pembahasan

Sampel bijih besi yang telah dipreparasi dengan menggunakan magnet batang permanen diidentifikasi unsur-unsurnya menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*). Tujuannya untuk mengetahui presentase unsur-unsur magnetik yang terkandung dalam bijih besi kemudian dilakukan uji XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk memastikan fasa-fasa mineral magnetik yang terkandung dalam sampel bijih besi dan persentase yang terkandung di dalamnya.

Bijih besi yang telah dipreparasi dan telah dikarakterisasi dengan XRF (*X-Ray Fluorescence*) menunjukkan bahwa unsur yang mengandung persen berat paling tinggi adalah Besi Fe dengan persentase 98,34%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Husain, Suarso, Maddu, & Sugianto, 2016), menyatakan bahwa bijih besi yang terkandung dari Tanah Laut sebanyak 98,23%.

Sampel bijih besi yang telah dikarakterisasi masih banyak mengandung unsur lain seperti mangan (Mn) 1,24%, fosfor (P) 0,199%, kalsium (Ca) 0,082%, zinc (Zn) 0,0372%, copper (Cu) 0,028%, niobium (Nb) 0,0263%, molybdenum (Mo) 0,0166%, indium (In) 0,0104%, stannum (Sn) 0,0104%, dan stibium (Sb) 0,0059%.

Unsur-unsur yang dihasilkan dari penelitian seperti Fe, Mn, Px, Ca, Zn, Cu, Nb, Mo, In, Sn, dan Sb memiliki sifat kemagnetan. Jadi pada saat proses preparasi magnet dilakukan, unsur-unsur ini dengan mudah dapat tertarik dan memberi respon terhadap medan magnet. Unsur Fe merupakan unsur

utama dari hasil penelitian ini dengan persentase 98,34% karena unsur Fe bersifat ferromagnetik atau memiliki sifat kemagnetan yang kuat sehingga memberi respon yang cepat terhadap medan magnet kemudian unsur Mn, Ca, Nb, Mo, Sn bersifat paramagnetik, namun pada penelitian ini masih terdapat unsur-unsur yang bersifat diamagnetik, yaitu: Px, Zn, Cu, In dan Sb.

Unsur-unsur yang bersifat diamagnetik tersebut merupakan unsur-unsur pengotor dan Px merupakan unsur pengotor utama. Hal ini kemungkinan disebabkan proses penggerusan yang hanya menggunakan palu dan tidak ada standar kehalusan pada saat proses penyaringan karena hanya menggunakan penyaring manual *mesh* 80 *mesh*. Serta proses separasi yang hanya dilakukan secara konvensional dengan menggunakan magnet batang permanen. Untuk hasil yang lebih efektif penggerusan lebih baik dilakukan menggunakan VBM (*Vibration Ball Mill*) agar didapatkan butiran yang cukup halus dan rata. Kemudian proses separasi dilakukan menggunakan alat separator magnetik agar lebih efektif memisahkan senyawa-senyawa nonmagnetik yang melekat pada senyawa magnetik.

Berdasarkan hasil uji XRF juga dikombinasikan dengan hasil uji XRD untuk mengetahui persebaran fasa atau senyawa yang terbentuk. Kemudian dari data uji XRD yang diperoleh, dilakukan identifikasi puncak-puncak XRD menggunakan perangkat lunak *Match!2* dengan cara mencocokkan puncak yang ada pada grafik tersebut dengan *database PDF2* untuk mendapatkan data kualitatif berupa senyawa yang terbentuk dalam sampel bijih besi. Fasa-fasa senyawa magnetik yang terbentuk adalah Fe_3O_4 (*magnetite*) dengan persentase relatif 48,5%, CuFe_2O_4 (*cuprospinel*) persentase relatif 44,6%, dan Cr_2FeO_4 (*chromite*) persentase relatif 6,9%.

Fasa mineral magnetik Fe_3O_4 (*magnetite*) merupakan fasa dengan persentase yang tertinggi. Hal ini sesuai dengan data yang

diperoleh dari hasil XRF yang menyatakan bahwa kandungan besi (Fe) merupakan unsur dengan persentase tertinggi sesuai dengan sifat *magnetite* yang mempunyai sifat magnet yang kuat dan memiliki kandungan besi oksidasi tinggi yang terindikasi dari tingginya intensitas relatifnya dan kesesuaian sudut hamburan sinar-X dengan *database*. Hal ini juga dibuktikan dari sampel bijih besi yang berwarna hitam kecoklatan. Sedangkan mineral CuFe_2O_4 (*cuprospinel*) merupakan mineral yang memiliki persentase relatif hampir sama dengan *magnetite* karena senyawa *cuprospinel* merupakan senyawa keramik yang terdiri dari atom logam dan merupakan campuran mineral dari *hematit* $\pm$ 70%. Kemudian mineral Cr_2FeO_4 (*chromite*) yang merupakan mineral dengan persentase relatif paling rendah, mineral ini merupakan mineral oksida dari besi yang biasanya terdapat di dalam batuan beku seperti peridotit.

Mineral-mineral magnetik telah banyak manfaatnya yang digunakan dalam bidang industri pembuatan magnet permanen. Salah satu mineral yang dihasilkan dari penelitian ini seperti Fe_3O_4 (*magnetite*) yang dapat digunakan sebagai besi cair, sebagai bahan dasar pembuatan tinta kering/toner, digunakan dalam mesin *photocopy* dan *printer laser*, dan digunakan sebagai aplikasi baterai Litium. *Magnetite* juga memiliki manfaat terutama jika memiliki ukuran nanometer yaitu digunakan dalam berbagai aplikasi biomedik, dan sebagai adsorben.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji XRF komposisi kandungan unsur yang terkandung dalam bijih besi antara lain: besi 98,34%, mangan 1,24%, fosfor (P) 0,199%, kalsium 0,082%, zinc 0,0372%, copper 0,028%, niobium 0,0263%, molybdenum 0,0166%, indium 0,0104%, stannum 0,0104%, dan stibium 0,0059%. Hal ini menunjukkan bahwa unsur yang memiliki persentase paling tinggi yang terkandung dalam bijih besi adalah besi (Fe). Sedangkan berdasarkan hasil uji XRD persentase relatif dalam sampel bijih besi

diperoleh mineral Fe_3O_4 (*magnetite*) dengan persentase relatif 48,5%, CuFe_2O_4 (*cuprospinel*) persentase relatif 44,6%, dan Cr_2FeO_4 (*chromite*) persentase relatif 6,9%. Fasa mineral magnetik Fe_3O_4 (*magnetite*) merupakan fasa dengan persentase yang tertinggi sesuai dengan sifat *magnetite* yang mempunyai sifat magnet yang kuat, hal ini juga dibuktikan dari sampel bijih besi yang berwarna hitam kecoklat-coklatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Fakultas Sains yang telah memfasilitasi pemakaian laboratorium selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, & Lusi, N. (2013). Karakterisasi Sifat Magnet dan Kandungan Mineral Pasir Besi Sungai Batang Kuranji Padang Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Fisika Vol. 5* (1), 24-25.
- Husain, S., Suarso, E., Maddu, A., & Sugianto. (2016). Karakterisasi Kandungan Bijih Besi Alam Sebagai Bahan Baku Magnetit Nanopartikel. *Simposium Fisika Nasional XXIX*. Makassar.
- Nurfalaq, A., Manrulu, R. H., & Pardi, N. (2020). Identifikasi Bijih Besi Walenrang Kabupaten Luwu dengan Metode Geomagnet. *Applied Physics of Cokroaminoto Palopo Vol. 1 No. 1*.
- Rahwanto, A., & Jalil, Z. (2013). Kajian awal karakteristik mineral magnet Bijih Besi Manggamat, Aceh Selatan. *Prosiding Seminar Semirata FMIPA Universitas Lampung* (pp. 203-206). Lampung: FMIPA Universitas Lampung.
- Sunarya, W., Hasanuddin, Syamsuddin, Maria, & Erfan. (2017). Eksplorasi Bijih Besi (Fe) Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Schlumberger Studi Kabupaten Luwu. *Jurnal Geoelebes Vol. 1 No. 2*, 72-81.