



**PENGARUH UKURAN PARTIKEL PADA PROSES PENINGKATAN KADAR
DAN PEROLEHAN BIJIH BESI BONTOCANI MENGGUNAKAN DRY
INTENSITY DRUM MAGNETIC SEPARATOR**

**THE EFFECT OF PARTICLE SIZE ON THE PROCESS OF INCREASING THE
CONTENT AND RECOVERY OF BONTOCANI IRON ORE USING DRY
INTENSITY DRUM MAGNETIC SEPARATOR**

Muhammad Idris Juradi^{1*}, Emi Prasetyawati Umar², Alimuddin³, Sitti Ratmi Nurhawaisyah⁴,
Suriyanto Bakri⁵, Mubdiana Arifin⁶

¹⁻⁶Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia
Jalan Urip Sumoharjo km 05 Kota Makassar, (0411) 455696

e-mail: ¹[*1muhidris.juradi@umi.ac.id](mailto:muhidris.juradi@umi.ac.id), ²emiprasetyawati.umar@umi.ac.id, ³muddina989@gmail.com,
⁴sitti.nurhawaisyah@umi.ac.id, ⁵suriyanto.bakri@umi.ac.id, ⁶mubdiana.arifin@umi.ac.id

ABSTRAK

Ketersediaan bijih besi daerah Bontocani Kabupaten Bone belum dimanfaatkan sebagaimana mestinya. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai kadar yang masih cukup rendah sehingga perlunya dilakukan peningkatan kadar bijih besi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar bijih besi daerah Bontocani dengan XRF dan XRD serta mengetahui pengaruh ukuran fraksi terhadap peningkatan kadar besi dengan proses *dry low intensity drum magnetic separator*. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif berbasis percobaan laboratorium. Pada percobaan ini dilakukan variasi ukuran partikel -100 mesh, -150 mesh dan -200 mesh dengan kondisi percobaan intensitas magnet 0,5 T, umpan 500 gr, kecepatan putar drum 400 rpm dan waktu pemisahan 15 menit. Hasil analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) mengindikasikan sampel bijih besi tersusun oleh mineral kuarsa, geotit, magnetit dan hematit sedangkan hasil analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) menunjukkan komposisi kimia bijih besi terdiri dari Fe₂O₃ 70,098%, SiO₂ 18,678%, SO₃ 5,504%, CaO 3,389%, MnO 1,222%, CuO 0,090% dan Cr₂O₃ 0,019%. Proses konsentrasi menggunakan *magnetic separator* tipe *dry-low intensity drum* dengan berat umpan 500 gr pada masing-masing fraksi ukuran -100 mesh, -150 mesh dan -200 mesh menghasilkan berat konsentrat 332,5 gr, 323,1 gr dan 341,5 gr dengan berat *tailing* 90 gr, 125,7 gr dan 30,3 gr. Kadar Fe₂O₃ dalam konsentrat tiap fraksi yaitu, 82,138%, 86,116% dan 90,098% dengan perolehan masing-masing 77,992%, 79,386% dan 87,787%. Berdasarkan hasil percobaan disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran partikel, semakin meningkatkan persentase nilai kadar dan perolehan, dimana persentase kadar Fe₂O₃ dan perolehan yang paling optimal didapatkan pada fraksi ukuran butir -200 mesh.

Kata kunci: Bijih Besi, *Magnetic Separator*, Kadar, Perolehan

ABSTRACT

The availability of iron ore in the Bontocani area, Bone Regency, has not been utilized properly, this is influenced by the grade value which is still quite low, so it is necessary to increase iron ore grade. This study aims to determine the iron ore content of the Bontocani area with XRF and XRD and to determine the effect of the size of the fraction on the increase in iron content using a *dry low intensity drum magnetic separator* process. The research method used is a quantitative approach based on laboratory experiments. In this experiment, particle sizes were varied -100 mesh, -150 mesh and -200 mesh with the experimental conditions of 0.5 T magnetic intensity, 500 gr feed, 400 rpm drum rotation speed and 15 minutes separation time. The results of XRD (*X-Ray Diffraction*) analysis indicated that the iron ore samples were composed of quartz, geotite, magnetite and hematite, while the results of XRF (*X-Ray Fluorescence*) analysis showed that the chemical composition of iron ore consisted of Fe₂O₃ 70.098%, SiO₂ 18.678%, SO₃ 5.504 %, CaO 3.389%, MnO 1.222%, CuO 0.090% and Cr₂O₃ 0.019%. The concentration process using a *dry-low intensity drum* type magnetic separator with a feed weight of 500 gr for each size fraction -100 mesh, -150 mesh and -200 mesh resulted in a concentrate weight of 332.5 gr, 323.1 gr and 341.5 gr. with tailings weight of 90 gr, 125.7 gr and 30.3 gr. The levels of Fe₂O₃ in the concentrate of each fraction were 82.138%, 86.116% and 90.098% with gains of 77.992%, 79.386% and 87.787%, respectively. Based on the experimental results, it is concluded that the smaller the particle size, the higher the

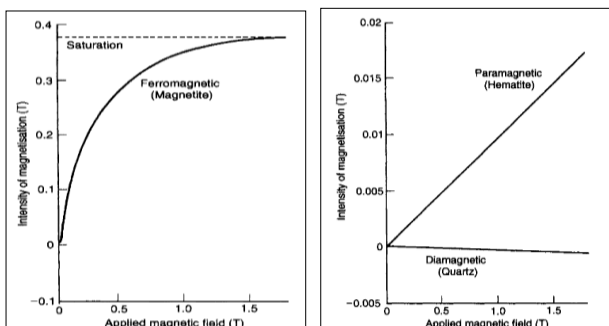
percentage of grade and yield values, where the percentage of Fe_2O_3 content and the most optimal recovery is obtained at the grain size fraction -200 mesh.

Keywords: Iron Ore, Magnetic Separator, Grade, Recover

PENDAHULUAN

Saat ini hampir 90% pengolahan bijih besi menggunakan proses magnetik untuk mendapatkan hasil peningkatan kadar besi yang tinggi. Proses peningkatan kadar bijih besi tersebut lebih banyak menggunakan *magnetic separator* [1]. Hal demikian disebabkan besi merupakan logam yang memiliki sifat kemagnetan yang cukup baik sehingga lebih cocok menggunakan jenis konsentrasi tipe tersebut [2].

Gambar 1 menunjukkan respon dari tiga mineral yang memiliki *susceptibility* yang berbeda, dapat diplot hubungan antara intensitas magnet (M) terhadap medan magnet (H), untuk feromagnetik (magnetit), paramagnetik (hematit) dan diamagnetik (kuarsa). Mineral magnetit memberikan respon yang sangat kuat sehingga intensitas magnetisasinya meningkat secara eksponensial dan mencapai nilai saturasi. Intensitas magnetisasi hematit meningkat secara linear dengan meningkatnya kuat medan magnet dengan kerentanan material, yaitu 0,01 untuk kuarsa tidak menunjukkan respon terhadap medan magnet yang diberikan bahkan cenderung memberikan respon negatif, sekitar -0,001 [3].



Gambar 1. Kurva magnetisasi untuk material feromagnetik, paramagnetik dan diamagnetik [3]

Penelitian terkait peningkatan kadar bijih yang sudah dilakukan Ezhov, *et al.*, (2015) dalam melakukan proses benefisasi bijih besi menggunakan *dry magnetic separation* dengan variasi kuat arus (Amper) 3, 4, 5, 6 dan 7. Percobaan tersebut berhasil meningkatkan kadar besi dari 43,9% menjadi 49,8% yang didapatkan pada kondisi kuat arus 7 Ampere [4].

Percobaan benefisasi dengan *magnetic separator* pada bijih magnetit juga telah dilakukan dengan *dry magnetic*

separator pada parameter operasional kecepatan putar magnet dan ukuran partikel umpan. Kondisi terbaik menggunakan *dry magnetic separator* didapatkan pada kecepatan putar magnet 100 rpm dan ukuran umpan -20 μm [5]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar bijih besi daerah Bontocani menggunakan analisis *X-Ray Fluorescence* dan *X-Ray Diffraction* serta mengetahui pengaruh ukuran partikel terhadap peningkatan kadar besi dengan proses *dry low intensity drum magnetic separator*.

METODE PENELITIAN

Conto yang digunakan berasal dari Bontocani Bone. Preparasi conto dilakukan di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Universitas Muslim Indonesia Makassar dan kegiatan percobaan pemisahan magnetik dilakukan di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Universitas Hasanuddin Makassar. Sebanyak 2.500 gr sampel bijih tersebut dilakukan pengecilan ukuran (kominusi) menggunakan *roll crusher* dan *ball mill* selanjutnya dilakukan proses *sizing* menggunakan *sieve shaker* fraksi -100 mesh, -150 mesh dan -200 mesh. Conto yang telah dipreparasi dipergunakan untuk pengujian awal dan juga digunakan pada umpan percobaan.

Proses penyiapan conto terlihat di Gambar 2. Pengujian conto menggunakan *X-Ray Fluorescence* dan *X-Ray Diffraction* bertujuan mengetahui mineral dominan serta komposisi unsur besi pada conto yang dipakai. Kegiatan tersebut dilakukan di Laboratorium Geologi Universitas Hasanuddin.



Gambar 2. Proses mempersiapkan conto untuk keperluan pengujian dan pemisahan magnetic

Pemisahan sebanyak tiga kali pada sampel yang bervariasi ukurannya. Proses pemisahan dengan alat magnetik separator (*Dry intensity drum magnetic separator*) dengan intensitas 0,5 T, *feed* 500 gr, kecepatan 400 rpm, dan *time running* 15 menit (Gambar 3).

Percobaan dengan fraksi ukuran -100 mesh, -150 mesh dan -200 mesh. Kegiatan akhir pada proses pengujian ini adalah melakukan pengujian kadar besi pada tiap-tiap fraksi konsentrat dan fraksi tailing hasil konsentrasi dengan pemisahan magnetik menggunakan pengujian *X-Ray Fluorescence*.

Dalam menghitung perolehan (*recovery*) digunakan persamaan:

$$R = \frac{K \times k}{F \times f} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Perolehan atau *recovery* adalah persentase mineral atau logam berharga yang berhasil diperoleh melalui proses pemisahan dalam kegiatan *beneficiation* (satuan persen) [3].



Gambar 3. *Dry intensity drum magnetic separator*

HASIL DAN PEMBAHASAN

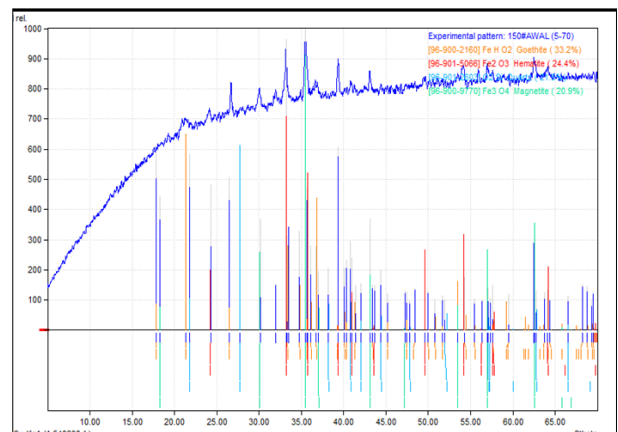
Hasil Karakterisasi Umpan dengan *X-Ray Diffraction* dan *X-Ray Fluorescence*

Sebelum dilakukan proses konsentrasi, terlebih dahulu dilakukan pengujian sampel menggunakan instrumen XRD dan XRF untuk mengetahui mineral-mineral yang dominan serta melihat nilai kadar dari masing-masing unsur atau logam yang terdapat dalam bijih besi. Penggunaan metode XRF (*X-Ray Fluorescence*) dalam analisis bijih besi didasari atas beberapa pertimbangan, di antaranya karena metode tersebut dengan batas deteksi *part per million* (ppm) [6].

Dari hasil pengujian mineralogi dengan *X-Ray Diffraction* pada Tabel 1, bijih besi Bontocani Kabupaten Bone tersusun oleh mineral-mineral seperti *quartz* (SiO₂) 21,5%, *goethite* (FeO(OH)) 33,2%, *magnetite* (Fe₃O₄) 20,9% dan *hematite* (Fe₂O₃) 24,4. Gambar 4 memperlihatkan grafik *difraktogram* hasil pengujian dengan *X-Ray Diffraction* mendeteksi mineral dominan dalam bijih besi.

Tabel 1. Hasil pengujian *X-Ray Diffraction*

No	Mineral	Komposisi (%)
1	<i>Quartz</i> [SiO ₂]	21,5
2	<i>Goethite</i> [FeO(OH)]	33,2
3	<i>Magnetite</i> [Fe ₃ O ₄]	20,9
4	<i>Hematite</i> [Fe ₂ O ₃]	24,4



Gambar 4. Grafik *difraktogram* hasil analisis XRD

Hasil pengujian *X-Ray Fluorescence* memperlihatkan komposisi oksida. Karakterisasi *X-Ray Fluorescence* diterapkan melalui contoh awal sebelum kegiatan konsentrasi dan produk-produk dari hasil konsentrasi. Hasil analisis XRD ditinjau pada Tabel 2 memperlihatkan kadar Fe₂O₃ sebesar 70,098%.

Tabel 2. Hasil analisis *X-Ray Fluorescence*

No	Oksidasi	Komposisi (%)
1	Fe ₂ O ₃	70,098
2	SiO ₂	18,678
3	SO ₃	5,504
4	CaO	3,389
5	MnO	1,222
6	CuO	0,090
7	Cr ₂ O ₃	0,019
8	LOI	0,020

Hasil Konsentrasi Pemisahan Magnetik

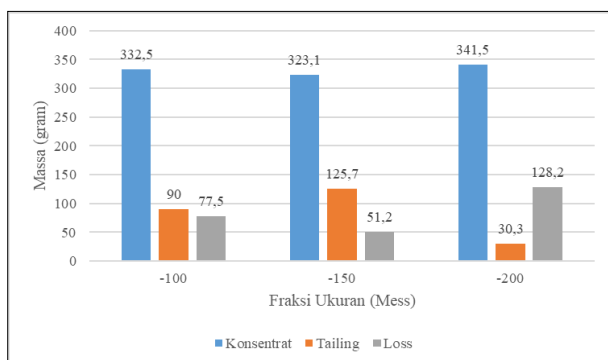
Hasil pemisahan magnetik yang dapat dilihat pada Tabel 3 mendapatkan konsentrat dan *tailing*. Dalam proses benefisasi berlangsung juga ada berat yang hilang (*loss*). Hal tersebut dikarenakan pada saat pemindahan material dan kegiatan penimbangan contoh ataupun kegiatan lain [7].

Tabel 3. Distribusi massa dari masing-masing produk

Fraksi (mesh)	Umpan (gr)	Produk (gr)		
		Konsentrat	Tailing	Loss
-100	500	332,5	90	17,5
-150	500	323,1	125,7	11,2
-200	500	341,5	30,3	8,2
Total	1500	997,1	246	256,9

Tabel 3 memperlihatkan massa contoh yang diproses secara magnetik pada fraksi ukuran, ditemukan bahwa semakin halus ukuran fraksi contoh, semakin banyak pula konsentrat yang didapatkan. Hal tersebut sejalan dengan percobaan yang telah dilakukan Quast and Skinner., (2020), dalam hal ini *wet high intensity magnetic separator* (WHIMS) kurang efisien pada ukuran umpan -20 μm [8]. Untuk material yang hilang (*loss*) terjadi akibat kegiatan pemindahan material dari tempat umpan, melekat pada alat pemisahan dan juga pada saat kegiatan proses benefisasi dilakukan [9]. Akumulasi *tailing* pada ukuran -150 mesh sebanyak 125,7gr dan di fraksi -200 mesh menurun ke 30,3gr, hal tersebut dikarenakan terjadi peningkatan jumlah konsentrat pada fraksi tersebut.

Jumlah *loss* tertinggi terdapat pada fraksi 100 *mesh* sebanyak 17,5 gram. Hal tersebut dikarenakan pada saat kegiatan benefisasi berlangsung, contoh yang ada di alat pemisahan tidak dibersihkan secara maksimal dan wadah produk berharga sampai peralatan operasi bergerak melalui celah-celah lubang. Berikut Gambar 5 yang memperlihatkan grafik distribusi massa konsentrat, *tailing* dan *loss* terhadap variasi ukuran partikel.



Gambar 5. Grafik distribusi massa konsentrat, *tailing* dan *loss* terhadap variasi ukuran partikel

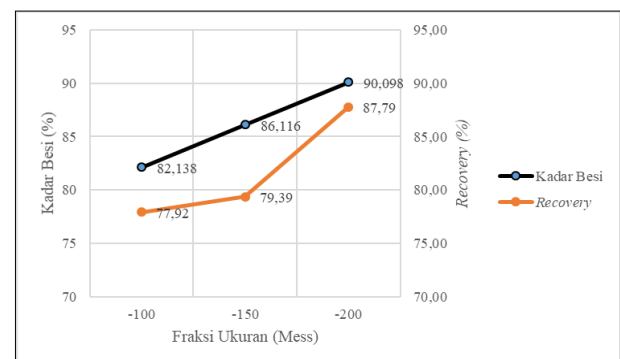
Hasil Karakterisasi Konsentrat Menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF)

Hasil dari proses karakterisasi pemisahan magnetik kemudian dilakukan pengujian menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF). Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui perubahan peningkatan kadar dari masing-masing variabel pengamatan. Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa peningkatan kadar Fe_2O_3 tertinggi pada fraksi ukuran butir 200 *mesh* sebesar 90,098% dengan massa 341,5 gr sedangkan peningkatan kadar Fe_2O_3 terendah terdapat pada fraksi ukuran 100 *mesh* sebesar 82,138% dengan massa 332,5 gr. Terlihat bahwa semakin halus ukuran partikel pada proses pemisahan magnetik semakin meningkatkan persentase nilai kadar dan perolehannya. Hal tersebut dikarenakan ukuran partikel yang halus akan mudah terpisahkan oleh medan magnet saat dilakukan proses pemisahan secara magnetik [10].

Tabel 4. Hasil konsentrasi pemisahan magnetik

Fraksi Ukuran (Mesh)	Konsentrat		Umpan		Perolehan (%)
	Fe_2O_3 (%)	Massa (gr)	Fe_2O_3 (%)	Massa (gr)	
-100	82,13	332,5	70,09	500	77,92
-150	86,11	323,1			79,38
-200	90,09	341,5			87,78

Pencapaian proses benefisasi tidak sekedar didasarkan pada nilai perolehan (*recovery*) melainkan pula dilihat melalui nilai nisbah konsentrasi serta nilai kandungan, ketiganya saling berikatan [10].



Gambar 6. Grafik hubungan antara ukuran partikel terhadap nilai kadar dan perolehan (*recovery*)

Gambar 6 memperlihatkan nilai perolehan Fe_2O_3 berbanding lurus dengan fraksi ukuran, olehnya itu semakin halus ukuran partikel, semakin tinggi juga nilai perolehan yang didapatkan. Perolehan tertinggi terdapat pada fraksi 200 *mesh* dengan nilai 87,79% sedangkan nilai perolehan terendah terdapat pada fraksi 100 *mesh*



yaitu 77,92%. Hal tersebut dipengaruhi oleh massa konsentrat yang juga ikut meningkat sehingga berpengaruh terhadap nilai persentase perolehan bijih besi yang didapatkan [12]. Selain peningkatan perolehan juga dipengaruhi oleh jumlah massa konsentrat yang dihasilkan [13].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) ditemukan bahwa bijih besi daerah penelitian tersusun oleh mineral kuarsa, geotit, magnetit dan hematit dan dari hasil analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) menunjukkan komposisi kimia bijih besi terdiri dari Fe₂O₃ 70,098%, SiO₂ 18,678%, SO₃ 5,504%, CaO 3,389%, MnO 1,222%, CuO 0,090% dan Cr₂O₃ 0,019%.

Proses konsentrasi menggunakan *magnetic separator* tipe *dry-low intensity drum* menghasilkan kadar Fe₂O₃ dalam konsentrat tiap fraksi yaitu, 82,138%, 86,116% dan 90,098% dengan nilai perolehan masing-masing 77,992%, 79,386% dan 87,787%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usman, D. N. (2015). Ketersediaan Potensi Endapan Bijih Besi Indonesia Dalam Mendukung Industri Besi Dan Baja Nasional, *Jurnal Geosapta*, 2(2), 2-7.
- [2] Svoboda, J. (2014). *Magnetic Techniques For The Treatment Materials*. New York: Kluwer Academic Publisher.
- [3] Wills', B. A dan Mun, T. J. J., (2006): *Minerals Processing Technology*. 7th edition.
- [4] Ezhov, A. M. dan Shvaljov, Y. B., (2015). *Dry Magnetic Separation of Iron Ore of the Bakchar Deposit*. *Procedia Chemistry*, 15(2), 160-166.
- [5] Baawuah, E., (2020). *Assessing the performance of a novel pneumatic magnetic separator for the beneficiation of magnetite ore*. *Minerals Engineering*, 156(4), 16-23.
- [6] Jamaluddin dan Umar, EP., (2018). Identifikasi Kandungan Unsur Logam Batuan Menggunakan Metode XRF (*X-Ray Fluorescence*) (Studi Kasus: Kabupaten Buton). *Jurnal Geoelebes*, 2(2), 47-52.
- [7] Rachmat, Y. (2015). *Pemisahan Mineral Secara Magnetik*. Laporan Penelitian, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Bandung: Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan.
- [8] Quast, K. and Skinner, W. (2020). *Influence of matrix type on WHIMS performance in the magnetic processing of iron ores*. *Minerals Engineering*, 152(4), 24-33.
- [9] Juradi, MI., (2018). Studi Penurunan Kadar besi Pada Bijih Feldspar Asal Medan dengan Metode Bioleaching dan Magnetik Separator. *Jurnal Geomine*, 6(1), 20-25.
- [10] Juradi, MI., Bakri, Hasbi., (2020). Peningkatan Kadar Bijih Besi Batubessi Kec. Barru, Kab. Barru, dengan Metode Pemisahan Magnetik. *Jurnal Geosapta*, 4(2), 5-12.
- [11] Taggart A.F. (2013). *HandBook Of Mineral Dressing*. New York: Mc Gramaw Hill Book Co. Inc.
- [12] Tobing, S.L. (2015). *Pengolahan Bahan Galian*. Laporan Penelitian, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Bandung: Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan.
- [13] M. L. Jensen and A. M. Baferma., (2013). *Iron and Ferroalloy Metals in (ed) Economic Mineral Deposits*, *Journal Kluwer Academic Publisher*, 8(2), 34-43.