

Kajian Mengenai Peningkatan Kadar Fe Total pada Bijih Besi Laterit Menggunakan *Magnetic Separator* di PT Aikona Bima Amarta Kecamatan Bajuin, Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan

¹Muhammad Rohman, ²Sri Widayati ³Dono Guntoro
^{1,2,3}Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
 Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
 e-mail: rohmanboeh@gmail.com

Abstract: Iron ore in Indonesia is predominantly dominated by laterite iron ore and iron sand groups whose management tends to be more difficult than iron ore hematites. The laterite iron ore requires appropriate technology to increase Fe content in order to allow its production to reach the stage of the sponge iron (DRI) and pellet. Laterite iron ore located at mining PT. Aikona Bima Amarta has a total Fe content of 50%. Iron ore is mined by dredging (scrap) and stacked in the stockpile for subsequent washing process. The washing process is done by using a trommel screen as its main washer and magnetic separator as its concentration machine. From the washing result is then carried out the sampling of magnetic separator product for further chemical analysis (assay) how much increase happened in laterite iron ore which has undergone the washing process. Iron ore washing equipment used in the form of 2 pieces of hopper and 1 screen dimension 100x100 mm, 3 pieces of trommel screen machine that has a 5 mm screen size for trommel screen 1 and trommel screen 2 and filter size 20 mm for trommel screen 3. Magnetic separator sand Iron and magnetic separator of iron orifature type separator drum equipped with belt conveyor along 6 m with width 0,7 m. The source of water for washing is obtained from a pool of water source which has a volume of 10,530.75 m³ which is pumped using 4 pumps with total water discharge used is 35.218 liter / second. In the process of washing the iron ore material is done 2x washing experiment by changing the speed of engine speed and the slope of trommel screen 2. The first condition of speed of trommel screen 1 4 Rpm; Trommel screen 2 3.11 Rpm; Trommel screen 3 12.5 Rpm and magnetic separator 9.4 Rpm. Second condition of speed of trommel screen 1 11,66 Rpm; Trommel screen 2 5.8 Rpm; Trommel screen 3 6.34 Rpm and magnetic separator 14.1 Rpm. Based on data of raw material washing at A condition 4302 ton obtained by iron-ore concentrate of -20mm of 189 ton (6,03%) with content 68,63% and iron-ore concentrate of -5mm size equal to 225 ton (7,14%) With contents of 68.29% to obtain a total concentrate gain of 13.17%. In B condition, 4302 ton obtained by iron-ore concentrate of -20mm of 207 ton (6,65%) with content 69,19% and iron-ore concentrate of -5mm of 243 ton (7,79%) with content 69% to get total acquisition Concentrate of 14.44%.

Key Words : trommel screen, magnetic separator, iron ore, total Fe content, recovery.

Abstrak: Bijih besi di Indonesia sebagian besar didominasi oleh kelompok bijih besi laterit dan pasir besi yang pengelolaannya cenderung lebih sulit dibandingkan bijih besi hematit-magnetit. Bijih besi laterit memerlukan teknologi tepat guna untuk meningkatkan kadar Fe agar dapat dimungkinkan produksinya mencapai tahap besi spons/DRI (*Direct Reduced Iron*) dan pellet. Bijih besi laterit yang berada di lokasi penambangan PT. Aikona Bima Amarta memiliki kadar Fe total sebesar 50%. Bijih besi tersebut ditambang dengan cara pengerukan (*scrap*) dan ditumpukkan di *stockpile* untuk selanjutnya dilakukan proses pencucian. Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan *trommel screen* sebagai mesin pencuci utamanya dan *magnetic separator* sebagai mesin konsentrasinya. Dari hasil pencucian tersebut selanjutnya dilakukan pengambilan sampel produk *magnetic separator* untuk selanjutnya dilakukan analisis kimia (uji kadar) berapa peningkatan yang terjadi pada bijih besi laterit yang telah mengalami proses pencucian. Peralatan pencucian bijih besi yang digunakan berupa 2 buah *hopper* dan 1 buah *screen* berdimensi 100x100 mm, 3 buah mesin *trommel screen* yang memiliki ukuran saringan 5 mm untuk *trommel screen* 1 dan *trommel screen* 2 serta ukuran saringan 20 mm untuk *trommel screen* 3. *Magnetic separator* pasir besi dan *magnetic separator* bijih besi berjenis *drum separator* yang dilengkapi dengan *belt conveyor* sepanjang 6 m dengan lebar 0,7 m. Sumber air untuk pencucian didapat dari kolam sumber air yang memiliki volume 10.530,75 m³ yang dipompa menggunakan 4 buah pompa dengan total debit air yang digunakan adalah sebesar 35,218 liter/detik. Dalam proses pencucian material bijih besi dilakukan 2x percobaan pencucian dengan mengubah kecepatan putaran mesin dan kemiringan *trommel screen* 2. Kondisi pertama kecepatan *trommel screen* 1 sebesar 4 Rpm; *trommel screen* 2 sebesar 3,11 Rpm; *trommel screen* 3 sebesar 12,5 Rpm dan *magnetic separator* sebesar 9,4 Rpm. Kondisi kedua kecepatan *trommel screen* 1 sebesar 11,66 Rpm;

trommel screen 2 sebesar 5,8 Rpm; *trommel screen* 3 sebesar 6,34 Rpm dan *magnetic separator* sebesar 14,1 Rpm. Berdasarkan data pencucian *raw material* pada kondisi A sebanyak 4302 ton diperoleh konsentrat bijih besi ukuran -20mm sebesar 189 ton (6,03%) dengan kadar 68,63% dan bijih besi ukuran -5mm sebesar 225 ton (7,14%) dengan kadar 68,29% sehingga didapat total perolehan konsentrat sebesar 13,17 %. Pada kondisi B sebanyak 4302 ton diperoleh konsentrat bijih besi ukuran -20mm. sebesar 207 ton (6,65%) dengan kadar 69,19% dan bijih besi ukuran -5mm sebesar 243 ton (7,79%) dengan kadar 69% sehingga didapat total perolehan konsentrat sebesar 14,44 %.

Kata Kunci : *trommel screen*, *magnetic separator*, bijih besi, kadar Fe total, perolehan.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Konsumsi baja nasional pada saat ini diperkirakan telah mencapai 6,3 juta ton, sedangkan produksinya hanya 3,8 juta ton, dimana kekurangan sebesar 2,5 juta ton masih dipasok dari impor. Peningkatan konsumsi baja di Indonesia akan mempengaruhi kinerja produktivitas industri baja nasional. Akan tetapi keterbatasan bahan baku lokal yang mampu memenuhi kualitas pellet sesuai SOP (*Standard Operation Procedure*) dengan kadar 66,3% menyebabkan industri baja nasional masih bertumpu pada bahan baku impor. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mengidentifikasi persediaan bijih besi lokal di Indonesia yang tercatat berupa cebakan bijih besi hematit-magnetit sebesar 320 juta ton, bijih besi laterit 1,4 milyar ton dan pasir besi sebesar 42 juta ton (Somantri, 2005).

Kondisi material yang berada di lokasi penelitian sendiri merupakan bijih besi laterit berkadar rendah yang memiliki kadar Fe total sebesar 50%. Pada bijih besi ini dilakukan proses pencucian menggunakan *trommel screen* yang selanjutnya dilakukan proses peningkatan kadar (konsentrasi) menggunakan *magnetic separator*. Dengan adanya proses pencucian dan peningkatan kadar ini, maka bijih besi berkadar rendah dapat ditingkatkan sehingga layak dan memenuhi kebutuhan pasar. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap *washing plant* di lokasi penelitian sebagai penunjang peningkatan kadar bijih besi laterit.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tahapan pencucian bijih besi laterit yang berada di lokasi penelitian.
2. Mengetahui perolehan produk pencucian bijih besi yang dihasilkan.
3. Meningkatkan kadar Fe total pada bijih besi laterit yang berada di lokasi penelitian sehingga layak dan memenuhi kualitas pellet sesuai SOP.

B. Landasan Teori

Endapan Bijih Besi Laterit

Bijih besi laterit merupakan jenis cebakan endapan residu yang dihasilkan dari proses pelapukan batuan dengan melibatkan dekomposisi, pengendapan kembali dan pengumpulan kimia secara kimiawi. Bijih besi tipe laterit umumnya terdapat di daerah puncak perbukitan dengan kemiringan <10%. Kemiringan tersebut menjadi salah satu faktor utama proses pelapukan secara kimiawi yang perannya lebih besar daripada proses mekanik. Sementara struktur dan karakteristik tanah dipengaruhi oleh daya larut mineral dan kondisi arah aliran air tanah (Sani, 2009)

Sutisna (2007) menyatakan bahwa sifat-sifat dari cebakan laterit adalah tekstur dapat terlihat jelas, lapisan yang kompak, komposisi mineral besi beragam, kadar Fe berkisar antara 40.00 dan 60.00%, mengandung kadar Ni dan Cr yang lebih rendah daripada jenis laterit, yaitu rata-rata 0.41% Ni dan 2.10% Cr₂O₃, khususnya yang berasal dari bijih besi laterit, dapat mengandung bijih besi *bog iron*, dengan kandungan belerang

dan mangan yang tinggi, sedangkan yang berasal dari sumber air panas dapat mengandung belerang yang relatif lebih tinggi, dan kadar Al lebih rendah dari tipe lateritik, yaitu sekitar 7.00%.

Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian adalah istilah umum yang biasa digunakan untuk proses pengolahan semua macam bahan galian yang berasal dari endapan-endapan alam pada kulit bumi, untuk dipisahkan menjadi produk-produk berupa satu macam atau lebih mineral berharga dan sisanya yang dianggap mineral-mineral kurang berharga yang terdapat bersama di alam. Untuk menilai operasi pengolahan dikenal 2 parameter, yaitu:

1. Recovery (R)

Recovery adalah tingkat efektifitas pengambilan bagian berharga dari bijih yang dinyatakan dalam % (persen), dihitung dari perbandingan berat konsentrat dikalikan kadar konsentrat dengan berat *feed* dikalikan kadar *feed*. Berikut rumus untuk menghitung nilai *recovery*.

$$R = \frac{C \cdot c}{F \cdot f} \times 100\%$$

Dimana : R = Recovery (%)

C = Berat Konsentrat (gr)

c = Kadar Konsentrat (%)

F = Berat *Feed* (gr)

f = Kadar *Feed* (%)

2. Kadar (K)

Kadar adalah besaran mineral berharga yang didapatkan dinyatakan dalam %. Nilai kadar diperoleh dari hasil uji sampel di laboratorium atau dari kegiatan *grain counting*, yaitu membandingkan antara persen volume suatu mineral tertentu terhadap mineral secara keseluruhan. Berikut rumus untuk menghitung kadar dengan menggunakan *grain counting*.

$$K_{Konsentrat} = \frac{n_{Konsentrat} \times \rho_{Konsentrat}}{(n_{Konsentrat} \times \rho_{Konsentrat}) + (n_{Tailing} \times \rho_{Tailing})} \times 100\%$$

Dimana : $K_{Konsentrat}$ = Kadar Konsentrat (%)

$n_{Konsentrat}$ = Jumlah butir konsentrat per kotak

$\rho_{Konsentrat}$ = *Density* konsentrat (ton/m³)

$n_{Tailing}$ = Jumlah butir tailing per kotak

$\rho_{Tailing}$ = *Density* tailing (ton/m³)

Tahapan Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian dapat dibagi menjadi 4 (empat) tahapan pokok, yaitu:

3. Kominusi

Kominusi atau penghancuran bertujuan untuk memperkecil ukuran (*size reduction*) menjadi partikel yang lebih kecil. Penghancuran dapat dilakukan dalam keadaan kering atau basah (dalam bentuk *pulp*), tergantung pada ukuran material yang akan dihancurkan dan pada alat yang dipakai.

a) *Crushing*, biasanya dilakukan dalam keadaan kering,

b) *Grinding*, dapat dilakukan dalam keadaan kering atau basah.

4. Klasifikasi Ukuran (Sizing)

Sizing adalah pemisahan material menjadi bagian-bagian yang berbeda sesuai dengan ukurannya. *Sizing* dapat dilakukan dengan cara :

- a) *Screening* atau *sieving*, yaitu dengan cara menyaring (ayak),
- b) *Classifying*, berdasarkan perbedaan ukuran partikel dan kecepatan jatuhnya dalam air atau di udara,
- c) *Microscope Sizing*, memisahkan partikel yang sangat halus dengan bantuan mikroskop.

5. Konsentrasi

Konsentrasi adalah proses pemisahan terhadap material yang berbeda dalam sifat fisiknya dengan bermacam-macam cara, antara lain :

- a) *Gravity Concentration*, pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya,
- b) *Flotation*, pemisahan berdasarkan perbedaan sifat permukaan,
- c) *Magnetic Concentration*, berdasarkan sifat kemagnetan dari mineral,
- d) *Electrostatic Concentration*, berdasarkan sifat konduktifitas dari mineral.

6. Pengeringan (Dewatering)

Pengeringan bertujuan untuk memisahkan air dari padatan (solid) dan dapat dilakukan dengan cara :

- a) *Thickening*, untuk mengurangi air sebanyak mungkin dengan jalan membiarkan partikel mengendap oleh gaya beratnya sendiri, sehingga diperoleh *pulp* yang kental,
- b) *Filtering*, menghasilkan air dari *pulp* sehingga diperoleh solid yang bebas dari air.
- c) Jika diinginkan maka *dewatering* dapat dilanjutkan dengan pengeringan untuk menguapkan airnya

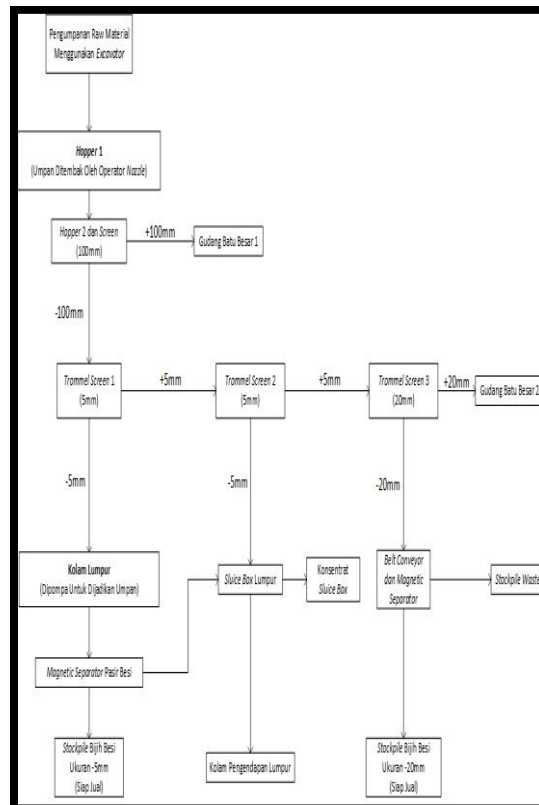
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Pengamatan Mekanisme Kerja Washing Plant

PT Aikona Bima Amarta mempunyai area washing plant yang terdiri dari :

1. 2 unit Hopper
2. 1 unit Screen yang memiliki ukuran mesh 100mm x 100mm
3. 1 unit Trommel Screen dengan ukuran screen 5mm pada seluruh badan mesin.
4. 1 unit Trommel Screen dengan ukuran screen 5mm yang telah dimodifikasi.
5. 1 unit Trommel Screen dengan ukuran screen 20mm pada seluruh badan mesin.
6. 1 unit Magnetic Separator pasir besi
7. 1 unit Magnetic Separator bijih besi
8. 1 unit Belt Conveyor yang memiliki panjang 6m dan lebar 70cm.

Seluruh alat tersebut beroperasi secara berkelanjutan untuk mencuci *raw* material bijih besi laterit hingga menjadi produk siap jual. Berikut *flowchart* pencucian bijih besi dilokasi penelitian (Gambar 1). Dari *flowchart* tersebut diketahui sumber material beserta ukuran produk yang masuk pada masing-masing alat (Tabel 1).



Gambar 1. Diagram Alir Pencucian Bijih Besi Laterit

Tabel 1. Sumber Material Beserta Ukuran Produk Masing-Masing Alat

No.	Nama Alat	Sumber	Ukuran Produk (mm)
1.	Hopper 2 dan Screen	Hopper 1	- 100 dan + 100
2.	Trommel Screen 1	Hopper 2 dan Screen	- 5 dan + 5
3.	Magnetic Separator Pasir Besi	Trommel Screen 1	- 5
4.	Trommel Screen 2	Trommel Screen 1	- 5 dan + 5
5.	Trommel Screen 3	Trommel Screen 2	- 20 dan + 20
6.	Belt Conveyor dan Magnetic Separator Bijih Besi	Trommel Screen 3	- 20

1. Debit Air Pencucian

Air yang digunakan diperoleh dari kolam air buatan yang memiliki volume sebesar 10.530,75 m³. Air dipompa menggunakan 4 pompa, yaitu pompa 1 (25 HP), pompa 2 (7,5 HP), pompa 3 (5 HP) dan pompa 4 (7,5 HP). Seluruh air yang digunakan dalam proses pencucian lalu diukur dan dihitung debit airnya. Didapat total debit air yang digunakan dalam proses pencucian bijih besi di PT Aikona Bima Amarta adalah sebesar 35,218 liter/detik.

2. Penyesuaian Kecepatan Putaran Mesin dan Kemiringan *Trommel Screen* 2

Pencucian bijih besi laterit ini dilakukan dalam 2 kondisi. Kondisi A pada kecepatan mesin awal dengan kemiringan *trammel screen* 2 sebesar 5° sedangkan kondisi B pada kecepatan mesin setelah dipercepat dengan kemiringan *trammel screen* 2 sebesar 6°. Berikut data kecepatan putaran masing-masing alat sebelum dan sesudah dipercepat (Tabel 2 dan Tabel 3).

Tabel 2. Kecepatan Mesin Awal

No	Mesin	Jenis	Spesifikasi	Jumlah Gigi	Kecepatan (Rpm)
1	<i>Trommel Screen 1</i>	Motor	1440 rpm	10	4
		Gearbox	Ratio 60	Input 30 Output 10	
		Ash	-	20	
2	<i>Trommel Screen 2</i>	Motor	1450 rpm	12	3.11
		Gearbox	Ratio 60	Input 19 Output 20	
		Gigi Worm	-	Input 20 Output 28	
				Penggerak 139	
3	<i>Trommel Screen 3</i>	Motor	1445 rpm	19	12.05
		Gearbox	Ratio 60	Input 19 Output 10	
		Ash	-	20	
4	<i>Magnetic Separator</i>	Motor	1410 rpm	-	9.4
		Gearbox	Ratio 60	Output 12	
		Ash	-	30	

Tabel 3. Kecepatan Mesin Sekarang

No	Mesin	Jenis	Spesifikasi	Jumlah Gigi	Kecepatan (Rpm)
1	<i>Trommel Screen 1</i>	Motor	1440 rpm	19	11.66
		Gearbox	Ratio 30	Input 19 Output 30	
		Reducer	-	Input 26 Output 50	
		Ash	-	50	
2	<i>Trommel Screen 2</i>	Motor	1450 rpm	20	5.8
		Gearbox	Ratio 20	Input 20 Output 12	
		Gigi Worm	-	Input 30 Output 28	
				Penggerak 139	
3	<i>Trommel Screen 3</i>	Motor	1445 rpm	10	6.34
		Gearbox	Ratio 60	Input 19 Output 10	
		Ash	-	20	
4	<i>Magnetic Separator</i>	Motor	1410 rpm	-	14.1
		Gearbox	Ratio 60	Output 18	
		Ash	-	30	

3. Perolehan (*Recovery*) Bijih Besi

Dari kegiatan pencucian yang dilakukan didapat 2 produk pencucian yaitu bijih besi ukuran -5mm dan bijih besi ukuran -20mm. Berikut perolehan produk pencucian bijih besi laterit berdasarkan 2 kondisi pencucian (Tabel 4 dan Tabel 5).

Tabel 4. Data Perolehan Konsentrat Pada Kondisi A

No	Nama	Berat Umpan (Ton)	Berat Konst. (Ton)	Tailing (Ton)	Perolehan (%)
1	Bijih Besi Ukuran -20mm	4302	189	3888	6,03
2	Bijih Besi Ukuran -5mm		225		7,14
Total Perolehan					13,17

Tabel 5
Data Perolehan Konsentrat Pada Kondisi B

Data Perolehan Konsentrat Pada Kondisi B					
No	Nama	Berat Umpan (Ton)	Berat Konst. (Ton)	Tailing (Ton)	Perolehan (%)
1	Bijih Besi Ukuran -20mm	4302	207	3852	6,65
2	Bijih Besi Ukuran -5mm		243		7,79
Total Perolehan					14,44

4. Peningkatan Kadar Bijih Besi

Untuk mengetahui kadar unsur-unsur yang terkandung dalam bijih besi yang dilakukan pencucian maka dilakukan analisis kimia di Laboratorium Pengujian tekMIRA dengan metode PU 3003 KM. Unsur-unsur yang dianalisis adalah Fe total, FeO, Fe₂O₃, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂ dan S total. Dari hasil pengujian yang dilakukan maka dapat dibuat tabel perbandingan peningkatan kadar Fe total dari *raw material* sebelum dilakukan pencucian dengan produk yang dihasilkan setelah mengalami proses pencucian menggunakan sistem *trommel screen* dan *magnetic separator* pada kondisi A dan kondisi B (Tabel 6).

Tabel 6. Hasil Analisis Kimia Sampel Bijih Besi Ukuran -5mm dan Bijih Besi Ukuran -20mm

No Lab	Kode Contoh	Fe Total (%)	FeO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	S total (%)
6486/2017	Raw Material	50,00	2,87	68,30	11,04	6,51	0,34	0,007
6490/2017	Bijih Besi Ukuran -5 mm A	68,29	12,19	72,29	1,49	1,21	0,46	0,011
6489/2017	Bijih Besi Ukuran -20 mm A	68,63	15,59	70,52	1,50	1,06	0,31	0,011
6487/2017	Bijih Besi Ukuran -5 mm B	69,00	17,87	78,78	1,25	1,16	0,50	0,014
6488/2017	Bijih Besi Ukuran -20 mm B	69,19	21,81	74,68	1,35	1,02	0,36	0,014

Sumber : Analisis Lab. Pengujian tekMIRA (2016)

D. Kesimpulan

- Raw material yang dicuci merupakan bijih besi laterit. Bijih besi tersebut diumpan menuju hopper 1, hopper 2 dan screen (- 100mm + 100mm). Masuk trommel screen 1 (- 5mm + 5mm). Masuk trommel screen 2 (- 5mm + 5mm). Masuk trommel screen 3 (- 20mm + 20mm). Ukuran -20mm dialirkan menuju belt conveyor dan akan mengalami proses konsentrasi oleh magnetic separator. Dari hasil pencucian didapat 2 produk yaitu bijih besi ukuran -5mm dan bijih besi ukuran -20mm.
- Raw material bijih besi laterit sebanyak 4302 ton diolah menggunakan sistem trommel screen dan magnetic separator pada kondisi A menghasilkan perolehan (recovery) bijih besi ukuran -20mm sebanyak 189 ton (6,03%) dan bijih besi ukuran -5mm sebanyak 225 ton (7,14%), sehingga menghasilkan total perolehan (recovery) sebesar 414 ton konsentrat (13,17%) dan sebanyak 3888 ton yang merupakan tailing serta bijih besi berukuran +20mm (86,83%). Sedangkan pada kondisi B menghasilkan perolehan (recovery) bijih besi ukuran -20mm sebanyak

207 ton (6,65%) dan bijih besi ukuran -5mm sebanyak 243 ton (7,79%), sehingga menghasilkan total perolehan (recovery) sebesar 450 ton konsentrat (14,14%) dan sebanyak 3852 ton yang merupakan tailing serta bijih besi berukuran +20mm (85,86%).

11. Setelah dilakukan uji analisis laboratorium kimia di tekMIRA didapat peningkatan kadar Fe total, dimana pada kondisi A kadar Fe total raw material adalah sebesar 50% menjadi 68,29% untuk bijih besi ukuran -5mm dan kadar Fe total menjadi 68,63% untuk bijih besi ukuran -20mm. Sedangkan pada kondisi B kadar Fe total raw material adalah sebesar 50% menjadi 69% untuk bijih besi ukuran -5mm dan kadar Fe total menjadi 69,19% untuk bijih besi ukuran -20mm.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanah laut. 2013. **“Tanah Laut Dalam Angka”**. <https://tanahlautkab.bps.go.id>. Diakses tanggal 20 Desember 2016 (Doc, online)
- B.A. Wills. 1970. **Mineral Processing Technology**. Pergamen Press. Oxford
- Febrianti, Elisa. 2002. **”Pengolahan Bijih Emas Cigaru, Sukabumi, Jawa Barat Dengan Cara Konsentrasi Gravity Shaking Table”**. Tugas Akhir. Universitas Islam Bandung. Bandung
- Husaini, Muchtar Aziz. 2013. **“Teknologi Pemrosesan Bauksit”**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara “tekMIRA” Vol.11 No.1
- Husaini, Wijayanti R. 2002. **“Peningkatan Kualitas Bauksit dari Pulau Kijang dengan Magnetik Separator Cara Basah”**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara “tekMIRA”
- Metro Expect Result Edisi 10. 2015. **“Basics In Mineral Processing”**. Metso Corporation. Inggris.
- N. Sikumbang. 1994. **”Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan”**. Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi. Bandung
- Rachmat, Yusuf. 1995. **“Pemisahan Mineral Secara Magnetik”**. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan. Bandung
- Sulistianto, Dedy. 2007. **“Kajian Awal Dalam Upaya Peningkatan Kadar Fe Pada Bijih Besi Berkadar Rendah Dari Daerah Air Dingin, Sumatera Barat Dengan Menggunakan Alat Sluice Box dan Magnetic Separator”**. Tugas Akhir. Universitas Islam Bandung. Bandung
- Taggart A.F. 1967. **“Hand Book Of Mineral Dressing”**. Mc Graw Hill Book Co. Inc., New York. London
- Tobing, S.L. 1995. **“Pengolahan Bahan Galian”**. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan. Bandung
- Tresnadi Hidir. 2009. **“Kajian Penambangan Bijih Besi di Sungai Riam, Pemalongan dan Sumber Mulia Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan”**. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.11 No.2, Hlm 113-119
- Yusuf. 2006. **“Kebutuhan Baja Nasional”**. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. Vol 7 No 4, Hlm 27-34.