

STUDI PENGOLAHAN PASIR BESI KUTOARJO - JAWA TENGAH UNTUK BAHAN BAKU INDUSTRI BESI DAN BAJA

Pramusanto^Δ, Dudi Nasrudin Usman^Δ, dan Sriyanti^Δ

^Δ Dosen Tetap Fakultas Teknik UNISBA Program Studi Pertambangan

Abstract

The development activities in Indonesia especially in the industrial field is increasing rapidly so it needs a raw material and material of the economic commodity high enough, as well as the utilisation produced by the processing of the material – the mine material.

One of the mine materials that is needed is iron sand, the utilisation of iron sand in the country at the moment is used as the production raw material of cement. The iron ore reserve that takes the form of iron sand is often found in the South Coast the Javanese Island (Muta'alim and the Tahli Lily, 1995), that is; West Java in South the Sukabumi Regency, in Central Java from the Cilacap Coast to Yogyakarta as well as in South East Java in the Pasuruan area. At the moment the national requirement for the iron ore raw material to make the iron and the steel almost all of them are still being imported.

This is done because of the iron ore that is mined in Indonesia is considered inappropriate to be used as the available raw material of the steel industry now (Pramusanto et al, 2001). Then must be done by the research concerning the utilisation of iron sand with the priority make use of the reserve of iron sand that is gotten in the South Javanese Coast especially Iron Sand that comes from Kutoarjo.

Based on the observation data and results of discussions in the chapter iv and the chapter v, then the conclusion that could we take from results of this research of being as follows;

1. Results of the analysis of the total Fe content, Ti and Vanadium from sample produced by the strainer when compared with results of the analysis in the example from results do not be far am different that is: for the example produced by the strainer the level of the total Fe element as high as 15,46%, Ti as high as 1,25% and vanadium as high as 292,82%. Whereas for the sample of the origin of the level of Fe element as high as 15,64%, Ti as high as 1,18% and vanadium as high as 308,64%. This indicates the existence of the indication from sample homogeneity.
2. Results of observation in the sample of the origin and the sample produced by the strainer which is based on garin counting indicates that the Fe element M in the Magnetite mineral (Fe_3O_4), Haematite (Fe_2O_3) and Ilmenit ($FeTiO_3$) to the soft measurement fraction that is begun from the fraction -60+80 mesh to the fraction -140+200 mesh. Whereas the level of Ti and Vanadim is relative small so it is not identified in a microscope.
3. The receipt produced by the magnetic separation is based on the analysis of chemistry shows that the receipt that biggest in could to the separation variable 1200 gauss, but to the variable 1200 gauss have of smallest concentration and the level of biggest tailing could be showed with results of the analysis of the receipt as high as 99,89% then the level of concentration increasingly small as high as 15,67%.

Results of the calculation of the receipt can be seen that big gauss for the separation magnetically that most optimal that is big gauss 850 with the level of concentrate 17,81%, 550 gauss with the level of concentrate 17,46% and 300 gauss with the level of concentrate 19,46% the three of them have the receipt above 90%.

Above that with the reference of the level of concentrat ion as high as 50% and big the certain receipt will produce level of tailing as high as 0,894%.

Key Words : Iron ore, Magnetic Separation

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Indonesia dalam bidang industri berkembang semakin pesat, sehingga dibutuhkan bahan baku dan bahan komoditi ekonomi yang cukup besar termasuk juga dalam pemanfaatan hasil pengolahan bahan tambang. Salah satu bahan tambang yang diperlukan adalah pasir besi, pemanfaatan pasir besi di dalam negeri pada saat ini digunakan sebagai bahan baku industri besi dan baja. Cadangan bijih besi yang berupa pasir besi banyak ditemukan di Pantai Selatan Pulau Jawa (Muta'lim dan Lili Tahli, 1995), yaitu ; Jawa Barat di Selatan Kabupaten Sukabumi, di Jawa Tengah dari Pantai Cilacap sampai Yogyakarta, serta di Selatan Jawa Timur di daerah Pasuruan.

Mengingat besarnya kebutuhan nasional akan bahan tambang terutama pasir besi, maka perlu diadakan pendayagunaan melalui upaya penelitian terhadap bahan tambang tersebut (*Balitbang Industri – Departemen Perindustrian dan Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, 1993*). Hal ini dilakukan karena bijih besi yang terdapat di Indonesia dianggap tidak sesuai untuk digunakan sebagai bahan baku industri besi baja yang ada sekarang (Pramusanto dkk, 2001). Maka perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan pasir besi dengan prioritas memanfaatkan cadangan pasir besi yang terdapat di Pantai Selatan Jawa terutama Pasir Besi yang berasal dari Kutoarjo.

Kutoarjo merupakan salah satu tempat di Propinsi Jawa Tengah yang memiliki sumberdaya alam cukup besar, terutama bahan galian pasir besi. Untuk dapat memberikan data dan informasi yang memadai tentang kualitas dari pasir besi tersebut, diperlukan suatu studi khusus dalam mengidentifikasi kualitas pasir besi terutama kandungan dari mineralnya.

1.1 Perumusan Masalah

Pasir besi adalah salah satu bahan galian logam yang pemanfaatannya di dalam negeri pada saat ini hanya dipakai sebagai bahan baku industri besi dan baja, sehingga untuk merealisasikan kedua manfaat dari pasir besi di atas perlu dilakukan penelitian terhadap karakteristik pasir besi tersebut, salah satunya adalah menghasilkan konsentrat pasir besi berkadar sekitar 55% Fe. Untuk mencapai target tersebut dilakukan penelitian dengan tahapan percobaan pemisahan dan pengolahan di laboratorium lengkap dengan analisa mineralogi, dan analisa kimia yang terdapat dalam konsentrat dan tailing hasil pemisahan secara magnetik. Kemudian dilakukan pemilihan tahap pemisahan dengan alat magnetik separator dan meja

goyang secara bertahap tidak berkelanjutan untuk meningkatkan kadar besi (Fe).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan melakukan studi kandungan prosentase mineral-mineral yang terdapat di dalam pasir besi yang berasal dari Kutoarjo dan Purworejo, Jawa Tengah dengan metoda magnetic separator dan meja goyang.

Melalui pengamatan mikroskopi dapat dilakukan identifikasi terhadap kandungan mineral-mineral yang terdapat di dalam pasir besi, selanjutnya diupayakan mencari cara pemisahan yang efektif terhadap mineral yang berbeda agar diperoleh konsentrat pasir besi dengan kadar Fe tinggi sekitar 55% dengan perolehan sekitar 15% dan produk samping yang mengandung mineral pengotor.

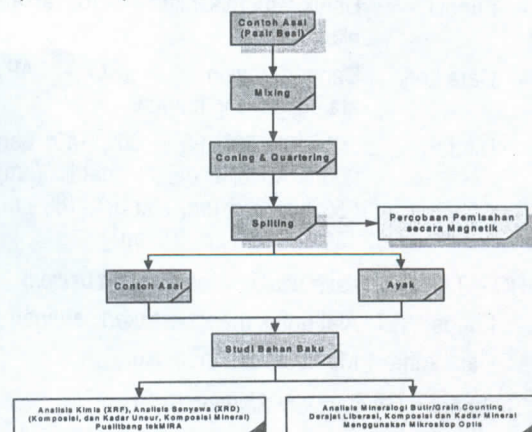
2. METODOLOGI DAN PROSEDUR PENELITIAN

Tahapan - tahapan yang dilakukan yang berhubungan dengan kegiatan penelitian yaitu sebagai berikut ;

2.1 Tahap Kegiatan Studi Bahan Baku

2.1.1 Preparasi Contoh

Preparasi contoh adalah suatu tahapan perlakuan terhadap bahan baku untuk dipersiapkan sebagai umpan pada proses penelitian atau untuk keperluan studi bahan baku. Sebelum memasuki tahap selanjutnya di dalam kegiatan studi bahan baku, terlebih dahulu perlu dilakukan preparasi contoh yang akan digunakan sebagai bahan baku di dalam kegiatan studi bahan baku. Adapun tahapan preparasi contoh dapat dilihat pada Gambar. 1



Gambar. 1
Bagan Alir Preparasi Contoh

Preparasi Mineralogi

Pasir besi termasuk kelompok mineral logam, maka untuk keperluan identifikasi mineral secara mikroskopi optis, contoh pasir besi harus dibuat sayatan poles.

Peralatan :

- Meja dan kaca pengasah batuan
- Pengering (oven)
- Mesin pemoles dan Gurinda
- Mikroskop polarisasi sinar pantul

Bahan-bahan :

- Silicon Carbide Powder
- Polishing alumina
- Polishing Cloth
- Minyak solar
- Air, Tissue & Transoptik

2.1.2 Pengayakan

Tahap selanjutnya dalam kegiatan studi bahan baku adalah melakukan pengayakan terhadap bahan baku, kegiatan pengayakan ini dilakukan untuk mendapatkan material yang seragam yang nantinya akan digunakan pada analisis kimia dan analisis mineralogi untuk menentukan pada ukuran berapa material tersebut sudah terliberasi sempurna, penyebaran butiran, komposisi mineral, dan kadar mineral pada tiap fraksi ukuran.

2.1.3 Peralatan Pengayakan

1. Saringan / ayak ASTM type Tyler
 - Fungsi : Untuk memisahkan berdasarkan ukuran
 - Cara kerja : Dengan mesin ayak (RO – TAP) atau di goyang manual
 - Ukuran : 30#, 40#, 60#, 80#, 100#, 140# dan 200#. Apabila dalam metrik (μm) 550 μm , 375 μm , 250 μm , 180 μm , 150 μm , 120 μm , 75 μm .
2. RO – TAP type sieve shalum (*rotation percussion*)
 - Fungsi : Alat untuk menggerakkan saringan
 - Cara kerja : Memutar dan memukul
3. Timbangan (*Heavy Duty Solution Balance*)
 - Fungsi : Untuk menimbang dengan ketelitian 3 desimal

- Merk : Ohaus
 - Kapasitas : 20 Kg
4. Kuas ukuran 3"
 - Fungsi : Membersihkan material pada ayak dan van
 5. Pan / Nampan ukuran 20 x 30 cm
 - Fungsi : Penampung sementara bahan baku
 6. Plastik contoh
 - Fungsi : Tempat contoh



Gambar. 2
Fotomikrografi sayatan tipis contoh mineral batuan asal 1



Gambar. 3
Fotomikrografi sayatan tipis contoh mineral batuan asal 2

2.2 Tahapan Kegiatan Pemisahan

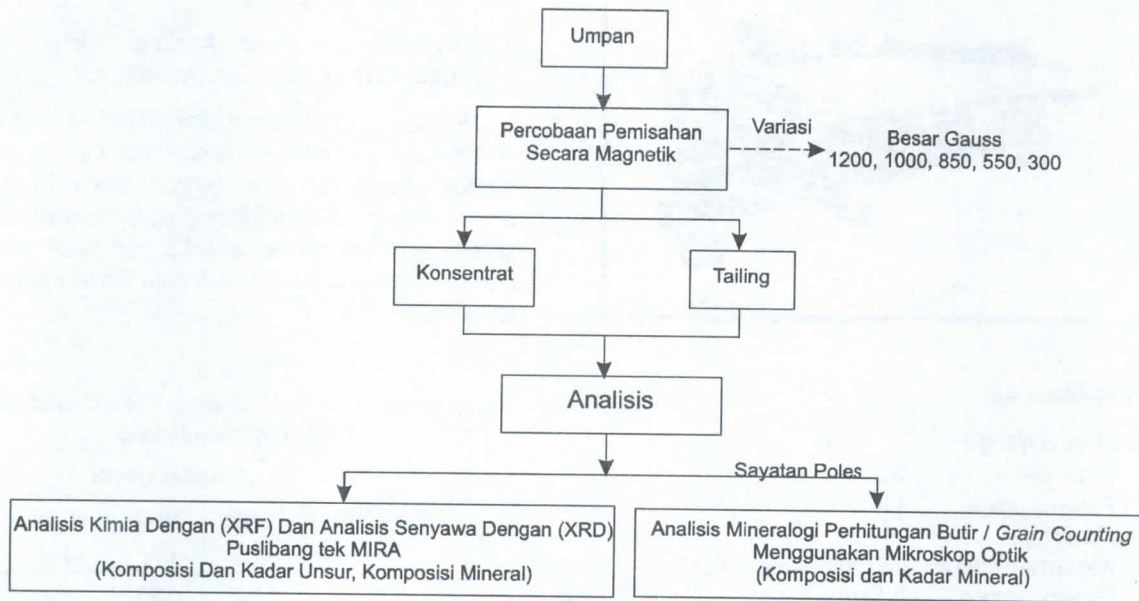
2.2.1 Pemisahan Secara Magnetik

Pada proses pemisahan secara magnetik dilakukan cara basah dengan menggunakan alat *wet high flux magnetic separator*, proses pemisahan secara magnetik dimaksudkan untuk meningkatkan kadar bijih besi dari contoh umpan menjadi konsentrat dan tailing.

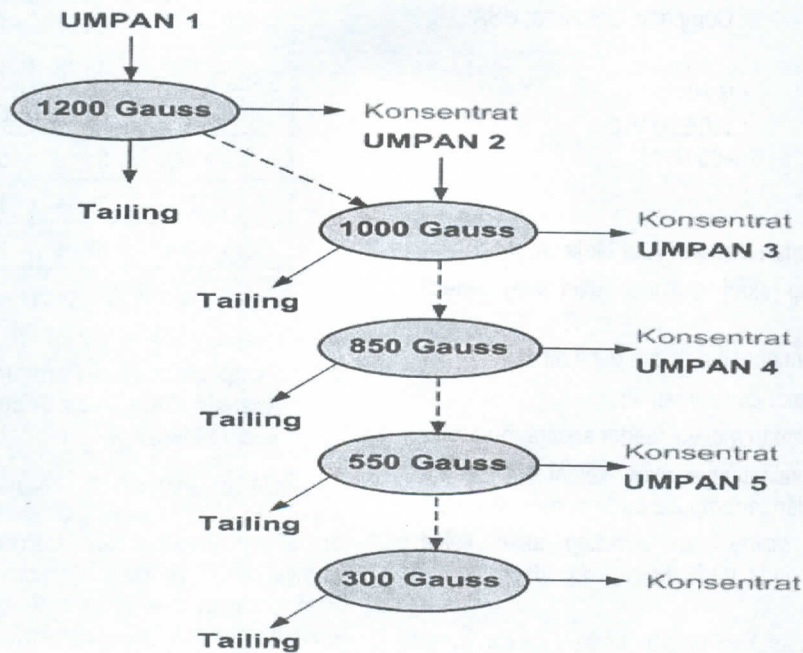
Proses pemisahan secara magnetik dilakukan dengan 5 (lima) variabel besar gauss yaitu : 1200 gauss, 1000 gauss, 850 gauss, 550 gauss, dan 300 gauss. Pemisahan secara magnetik dengan beberapa variabel besar gauss dilakukan untuk melihat komposisi

dan kadar mineral serta unsur setelah dilakukan pemisahan secara magnetik, juga melakukan analisa terhadap perolehan (*Recovery*) yang terbaik sehingga dapat dipilih tahap pemisahan yang terbaik. Pada proses pemisahan secara magnetik ini dilakukan

terpisah tidak kontinyu, dimana pemisahan terpisah ini masing – masing besar gauss mempunyai tailing dan konsentrat, adapun bagan alir percobaan pemisahan secara magnetik dapat dilihat pada Gambar. 4.



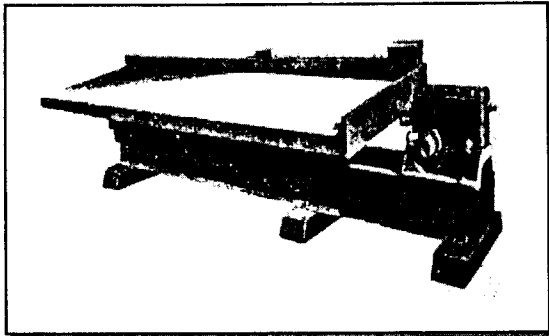
Gambar. 4
Bagan Alir Percobaan Pemisahan Secara Magnetik



Gambar. 5
Bagan Alir Pemisahan Secara Magnetik tidak Berkelanjutan

2.2.2 Pemisahan Secara Meja Goyang

Meja goyang yang digunakan adalah jenis "Wilfley Table" (Gambar. 6) dan pada permukaan dek terdapat *riffles* (sekat-sekat) yang mempunyai tinggi 1-3 mm.



Spesifikasi Alat :

- Meja Goyang
 - Lebar dek : 56 cm
 - Panjang dek : 116 cm
 - Kemiringan : 1° – 5°
 - Kecepatan stroke : 230 spm – 280 spm
 - Panjang stroke : 0,1 cm – 1,0 cm
 - Type : 15 – S
 - No. Seri : 04-194960-002
 - Merek : Superduty, Denver Equipment Company, Colorado, USA
- Motor
 - Daya : ¼ HP
 - Tegangan : 110/220 Volt
 - Putaran : 960 RPM

Prosedur Pengujian Dengan Alat Meja Goyang

- Umpan yang akan diproses ditimbang terlebih dahulu.
- Tentukan kemiringan dek dan debit air.
- Hidupkan motor dan alirkan air.
- Masukkan umpan melalui feeder secara teratur.
- Konsentrat selanjutnya akan keluar melalui sisi ujung meja dan tertampung pada *concentrate side*.
- Sedangkan *tailing* dan *middling* akan keluar melalui sisi meja pada *tailing side* dan *middling side*.
- Setelah pemasukan umpan selesai motor masih terus dihidupkan sampai seluruh partikel bersih dari atas dek.

- Setelah proses pengujian dengan alat meja goyang selesai hasil konsentrat, *middling*, dan *tailing* dikeringkan di oven dan selanjutnya ditimbang.

2.3 Data Hasil Pengamatan

2.3.1 Pengamatan Hasil Analisis Kimia Pada Contoh Hasil Ayak Dan Contoh Asal

Setelah kegiatan pengayakan dilakukan kemudian contoh hasil ayak dianalisis dengan dua metode yaitu : metode analisis mineralogi dengan cara perhitungan butiran menggunakan mikroskop optis yang dilakukan sendiri pada tiga spacemen untuk tiap fraksi ukuran, metode analisis kimia (Laboratorium Kimia Puslitbang tekMIRA).

Tabel. 1

Kadar Unsur Hasil Analisa kimia Pada Contoh Hasil Ayak dan Contoh Asal

Fraksi (mesh)	Kadar Unsur		
	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	V ₂ O ₅ ppm
+30	10,42	0,95	234
-30 + 40	7,75	0,69	174
-40 + 60	8,28	0,71	180
-60 + 80	20,57	1,75	489
-80 + 100	43,43	4,23	1056
-100 + 140	64,23	6,82	1538
-140 + 200	55,12	5,78	1351
-200	16,14	1,53	395
Contoh Asal	22,36	1,97	551

Sumber : Laboratorium Kimia Puslitbang tekMIRA

2.3.2 Pengamatan Hasil Perhitungan Butir dan Hasil Analisis Kimia Pada Contoh Hasil Pemisahan Secara Magnetik

Setelah pemisahan secara magnetik selesai kemudian contoh hasil pemisahan secara magnetik dianalisa dengan dua metode yaitu : metode perhitungan butiran (*grain counting*) dengan menggunakan mikroskop optik dan metode analisis kimia dengan XRF, analisis senyawa dengan XRD.

Data – data hasil percobaan metode perhitungan butiran dan metode analisa kimia adalah sebagai berikut : Tabel. 2 hasil perhitungan butir pada

konsentrat hasil pemisahan secara magnetik, Tabel. 3 merupakan hasil perhitungan butir pada tailing hasil pemisahan secara magnetic, dan Tabel. 4.

menunjukkan Kadar unsur hasil analisa kimia berupa konsentrat dan tailing hasil pemisahan secara magnetik.

Tabel. 2
Hasil Perhitungan Butir Pada Konsentrat Hasil Pemisahan secara magnetic

Produk Pemisahan (Gauss)	Magnetit			Hematit			Ilmenit		
	Free	Binary	Ternary	Free	Binary	Ternary	Free	Binary	Ternary
Konsentrat 1 1200	18	10,2	0	1	3,35	0	0	0,25	0
Konsentrat 2 1000	19	7,2	0,75	0	1,1	0,5	0	0	0,5
Konsentrat 3 850	18	8,2	0,6	0	1,7	0,1	0	0	0
Konsentrat 4 550	17	11,1	2	0	0,75	0,6	0	0	0,75
Konsentrat 5 300	14	14,65	0	1	2	0	0	0	0

Tabel. 3
Hasil Perhitungan Butir Pada Tailing Hasil Pemisahan secara magnetic

Produk Pemisahan (Gauss)	Magnetit			Hematit			Ilmenit		
	Free	Binary	Ternary	Free	Binary	Ternary	Free	Binary	Ternary
Tailing 1 1200	0	1,95	0	0	1	0	0	0	0
Tailing 2 1000	0	1,55	0,45	0	0	0	0	0	0,3
Tailing 3 850	1	1,1	0	0	0,5	0	0	0	0
Tailing 4 550	1	0,65	0,75	0	0	0,15	0	0	0
Tailing 5 300	2	2,75	0	0	0,9	0	0	0	0

Tabel. 4
Kadar Unsur Analisa kimia Pada Konsentrat dan Tailing Hasil Pemisahan Secara Magnetik

Variabel (gauss)	Produk Pemisahan	Kadar Unsur		
		Fe2O3 (%)	TiO2 (%)	V2O5 (ppm)
1200	Konsentrat	22,41	1,94	515
	Tailing	7,56	0,7	215
1000	Konsentrat	24,46	2,17	611
	Tailing	6,09	0,58	137
850	Konsentrat	25,47	2,25	612
	Tailing	6,63	0,61	142
550	Konsentrat	24,96	2,25	615
	Tailing	6,18	0,57	148
300	Konsentrat	27,82	2,52	680
	Tailing	6,99	0,62	159

Sumber : Laboratorium Kimia Puslitbang tekMIRA

2.3.3 Data Pengamatan Hasil Penelitian Berdasarkan Metoda Meja Goyang

1. Analisis Mineralogi

Untuk analisis mineralogi dilakukan terhadap contoh dari pasir besi asal, hasil ayak, dan pemisahan alat meja goyang. Untuk analisis mineralogi ini contoh juga dibuat dalam sayatan tipis sebagai syarat dalam analisis dengan cara mikroskopi optis.

Tabel. 5
Komposisi mineral hasil sayatan tipis pada contoh asal

Komposisi Mineral	Jumlah Mineral x Bj	% Berat
Piroksin	87,40	26,19
Plagioklas	66,04	19,79
Kuarsa	5,12	1,53
Mineral Bijih	175,10	52,48
Jumlah	333,66	100,00

2. Komposisi dan Kadar Mineral

Perhitungan kadar Fe dan Ti menggunakan data dari hasil analisis kimia dengan rumus :

$$\text{Kadar Fe dalam } \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{2 \times \text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times \text{kadar } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

hasil analisa kimia

A. Konsentrat

Tabel. 7
Kadar mineral dan perolehan produk konsentrat hasil analisa kimia dari proses pemisahan alat meja goyang

No	Kemiringan Dek (derajat)	Laju Alir (liter/menit)	Kadar Unsur (%)				Kadar Vanadium (ppm)	Perolehan (%)		
			Fe ₂ O ₃	Fe	TiO ₂	Ti		Fe	Ti	V
1	3	12	35,56	24,87	3,33	2,00	872	86,07	84,52	87,50
2	5		35,73	24,99	3,32	1,99	890	86,25	85,19	87,83
3	3	16	33,99	23,77	3,20	1,92	845	86,05	83,78	89,40
4	5		33,19	23,21	3,06	1,83	820	86,53	84,78	88,16

B. Tailing

Tabel. 8
Kadar mineral dan perolehan produk tailing hasil analisa kimia dari proses pemisahan alat meja goyang

No	Kemiringan Dek (derajat)	Laju Alir (liter/menit)	Kadar Unsur (%)				Kadar Vanadium (ppm)	Perolehan (%)		
			Fe ₂ O ₃	Fe	TiO ₂	Ti		Fe	Ti	V
1	3	12	6,79	4,75	0,61	0,37	154	16,43	15,48	15,45
2	5		6,68	4,67	0,59	0,35	147	16,13	15,14	14,51
3	3	16	7,19	5,03	0,66	0,40	140	18,20	17,28	14,81
4	5		7,22	5,05	0,66	0,40	160	18,82	18,29	17,20

$$\text{Kadar Ti dalam TiO}_2 = \frac{\text{Ti}}{\text{TiO}_2} \times \text{kadar TiO}_2$$

hasil analisa kimia

Tabel. 6
Hasil Analisa Kimia dari Proses Ayak

Fraksi (Mesh)	Kadar Unsur (%)				Kadar Vanadium (ppm)
	Fe ₂ O ₃	Fe	TiO ₂	Ti	
+ 30	10,42	7,29	0,95	0,57	234
- 30 + 40	7,75	5,42	0,69	0,41	174
- 40 + 60	8,28	5,79	0,71	0,43	180
- 60 + 80	20,57	14,39	1,75	1,05	489
- 80 + 100	43,43	30,38	4,23	2,54	1056
-100 + 140	64,23	44,92	6,82	4,09	1538
- 140 + 200	55,12	38,55	5,78	3,46	1351
- 200	16,14	11,29	1,53	0,92	395
Rata-rata	22,11	15,46	2,08	1,25	522,74
Contoh Asal	22,36	15,64	1,97	1,18	551

Untuk kadar dan perolehan mineral Fe dan Ti berdasarkan hasil analisa kimia dari proses pemisahan alat meja goyang adalah :

Hasil perhitungan kadar Fe total dan Ti dalam contoh asal dan fraksi contoh asal berdasarkan analisa mineralogi dari proses ayak adalah :

Tabel. 9
Kadar Fe total dan Ti Hasil Analisa Mineralogi dalam Contoh Asal dan Fraksi Contoh Asal

Fraksi (Mesh)	KADAR MINERAL (%)							Fe Total
	Magnetit (Fe ₃ O ₄)	Kadar Fe	Hematit (Fe ₂ O ₃)	Kadar Fe	Ilmenit (FeTiO ₃)	Kadar Fe	Kadar Ti	
+ 30	28,23	20,43	5,58	3,90	0,00	0,00	0,00	24,33
- 30 + 40	14,94	10,81	1,39	0,97	1,48	0,54	0,47	12,32
- 40 + 60	14,20	10,28	1,55	1,08	0,00	0,00	0,00	11,36
- 60 + 80	33,70	24,39	2,92	2,04	0,53	0,20	0,17	26,62
- 80 + 100	50,59	36,61	3,74	2,61	1,61	0,59	0,51	39,82
- 100 + 140	78,00	56,44	2,48	1,73	0,77	0,28	0,24	58,45
- 140 + 200	68,88	49,84	2,88	2,02	0,47	0,17	0,15	52,04
- 200	45,84	33,17	2,62	1,83	0,11	0,04	0,03	35,04
Rata-rata	31,57	22,84	2,57	1,66	4,98	1,83	1,57	26,34
Contoh Asal	34,64	25,07	9,39	6,57	4,74	1,75	1,50	33,38

Hasil perhitungan kadar Fe total dan Ti berdasarkan hasil perhitungan butir dari proses pemisahan alat meja goyang adalah :

A. Konsentrat

Tabel. 10
Kadar Fe total dan Ti Hasil analisa mineralogi dari hasil proses pemisahan alat meja goyang

No	Kemiringan Dek (derajat)	Laju Alir (liter/ menit)	Kadar Mineral (%)							Fe Total
			Magnetit (Fe ₃ O ₄)	Kadar Fe	Hematit (Fe ₂ O ₃)	Kadar Fe	Ilmenit (FeTiO ₃)	Kadar Fe	Kadar Ti	
1	3	12	67,50	48,84	3,50	2,45	3,02	1,11	0,95	52,40
2	5		71,02	51,39	3,90	2,73	1,76	0,65	0,56	54,77
3	3	16	74,52	53,92	2,30	1,61	3,81	1,40	1,20	56,93
4	5		66,92	48,43	3,96	2,77	3,27	1,20	1,03	52,40

B. Tailing

Tabel. 11
Kadar Fe total dan Ti Hasil Analisa Mineralogi dari hasil proses pemisahan alat meja goyang

No	Kemiringan Dek (derajat)	Laju Alir (liter/mnt)	Kadar Mineral (%)							Fe Total
			Magnetit (Fe ₃ O ₄)	Kadar Fe	Hematit (Fe ₂ O ₃)	Kadar Fe	Ilmenit (FeTiO ₃)	Kadar Fe	Kadar Ti	
1	3	12	4,87	3,52	0	0	0,34	0,12	0,11	3,65
2	5		1,68	1,22	0	0	1,74	0,64	0,55	1,85
3	3	16	3,61	2,61	0	0	0,00	0,00	0,00	2,61
4	5		5,94	4,30	0	0	0,00	0,00	0,00	4,30

2.3.4 Analisis XRD

Analisis XRD dilakukan terhadap contoh asal dan hasil pemisahan alat meja goyang. Hasil analisis XRD ini berupa grafik yang menunjukkan kedudukan mineral-mineral yang paling banyak terdapat dalam contoh tersebut.

Untuk contoh asal, dari hasil analisis XRD teridentifikasi bahwa mineral-mineral yang paling banyak adalah magnetit sebagai mineral logamnya dan albit sebagai mineral non logamnya dengan intensitas maksimum 773.

Berdasarkan hasil analisis pemisahan alat meja goyang untuk produk konsentrat, mineral yang teridentifikasi adalah magnetit dan albit dengan intensitas maksimum 282, sedangkan untuk produk tailing, mineral yang teridentifikasi adalah albit dan magnetit dengan intensitas maksimum 1414.

3. PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pemisahan Secara Magnetik

Pemisahan secara magnetik dilakukan bertujuan untuk memisahkan mineral magnetik dari mineral non magnetik, dimana mineral magnetik ini sebagai konsentrat yang mengandung mineral logam besi tinggi, dan mineral non magnetik sebagai tailing. Pemisahan secara magnetik dilakukan pada berbagai ukuran besar Gauss sesuai dengan alat yang dipakai, dengan merubah besaran Gauss sebagai berikut : 1200 Gauss, 1000 Gauss, 850 Gauss, 550 Gauss, dan 300 Gauss. Hal ini dilakukan dengan maksud untuk memperoleh hasil yang optimum. Hasil analisis kimia dengan cara XRF terhadap unsur Fe, Ti, dan V Tercantum pada Tabel. 12.

Hasil analisis senyawa dengan XRD menunjukkan mineral magnetit (Fe_3O_4) sebagai mineral logam dan Albit sebagai mineral non logam. Sedangkan hasil perhitungan butir mineral Magnetit (Fe_3O_4), Hematit (Fe_2O_3), Ilmenit ($FeTiO_3$) terdapat pada Tabel. 13.

Tabel. 12
Komposisi dan Kadar Hasil Analisis Kimia Pada Contoh Konsentrat Hasil Pemisahan Secara Magnetik

Produk Pemisahan (Gauss)	KADAR UNSUR (%)				Kadar V2O5 (ppm)	Kadar Vanadium (V) (ppm)
	Kadar Fe2O3	Kadar Fe	Kadar TiO2	Kadar Ti		
Konsentrat 1 (1200)	22,41	15,67	1,94	1,16	515	288,48
Konsentrat 2 (1000)	24,46	17,11	2,17	1,30	611	342,25
Konsentrat 3 (850)	25,47	17,81	2,25	1,35	612	342,81
Konsentrat 4 (550)	24,96	17,46	2,25	1,35	615	344,49
Konsentrat 5 (300)	27,82	19,46	2,52	1,51	680	380,90

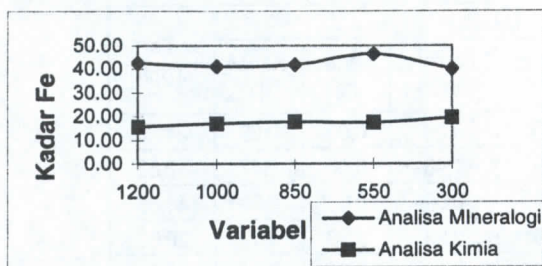
Tabel. 13
Komposisi dan Kadar Mineral Hasil Perhitungan Butir Pada Konsentrat Hasil Pemisahan Secara Magnetik

Produk Pemisahan (Gauss)	KADAR MINERAL (%)							Fe Total
	Magnetit (Fe_3O_4)	Kadar Fe	Hematit (Fe_2O_3)	Kadar Fe	Ilmenit ($FeTiO_3$)	Kadar Fe	Kadar Ti	
Konsentrat 1 (1200)	51,37	37,17	7,77	5,44	0,41	0,15	0,13	42,76
Konsentrat 2 (1000)	53,42	38,66	3,11	2,18	0,90	0,33	0,28	41,16
Konsentrat 3 (850)	54,40	39,36	3,58	2,51	0,00	0,00	0,00	41,87
Konsentrat 4 (550)	60,96	44,11	2,68	1,88	1,37	0,51	0,43	46,49
Konsentrat 5 (300)	50,47	36,52	5,18	3,63	0,00	0,00	0,00	40,14

Dari hasil analisis kimia cara XRF dan analisis mineralogi dengan cara perhitungan butir terhadap contoh hasil pemisahan secara magnetik bahwa semakin kecil Gauss maka kadar Fe dan kadar Fe total relatif naik, hal ini dapat terjadi karena pada Gauss yang besar banyak material yang tidak terliberasi secara sempurna artinya material magnetik dan non magnetik masih berikatan, karena pengaruh intensitas besar magnet yang tinggi, akan banyak yang tertarik oleh magnet menjadi konsentrat.

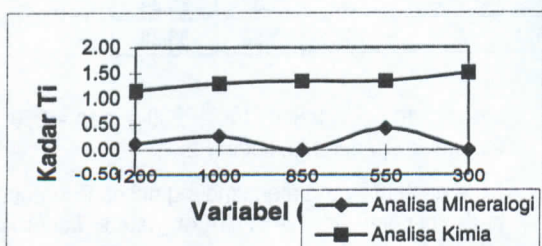
Berdasarkan data dari kadar Fe dapat di lihat pada Tabel. 12 dan Tabel. 13 bahwa besar Gauss yang paling optimal adalah 850 gauss, 550 gauss, dan 300 gauss dimana ketiga besar gauss tersebut menghasilkan kadar Fe yang cukup tinggi.

Besarnya perbedaan hasil analisis kimia cara XRF dengan hasil analisis mineralogi cara perhitungan butir dapat diperbandingkan secara grafik, untuk mineral besi dalam konsentrat dapat dilihat pada Gambar. 7 grafik perbandingan hasil perhitungan butir dengan hasil analisis kimia untuk mineral besi dalam konsentrat dan untuk mineral titan dapat dilihat pada Gambar. 8 grafik perbandingan hasil perhitungan butir dengan hasil analisis kimia untuk mineral titan dalam konsentrat.



Gambar. 7

Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Butir dengan Hasil Analisa Kimia Untuk Mineral Besi (Fe) Dalam Konsentrat



Gambar. 8

Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Butir dengan Hasil Analisa Kimia Untuk Mineral Titan (Ti) Dalam Konsentrat

Adanya perbedaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Mineral Besi (Fe)

Untuk mineral besi (Fe) dari grafik pada Gambar. 7 berdasarkan data pada Tabel. 12 tabel komposisi dan kadar unsur hasil analisis kimia pada contoh konsentrat hasil pemisahan secara magnetik dan Tabel.13 komposisi dan kadar mineral hasil perhitungan butir pada contoh konsentrat hasil pemisahan secara magnetik. Maka terdapat perbedaan antara hasil analisa kimia dan hasil perhitungan butir yang masih sama dengan hasil analisa yang dilakukan pada contoh hasil ayak. Apabila hasil kedua metode di atas di lakukan analisa statistik pengujian hipotesis yaitu uji rata-rata dan variansi maka akan di dapat simpangan sebesar 3,20 %.

- Mineral Titan (Ti)

Untuk mineral titan (Ti) pada grafik Gambar. 8 dan Tabel. 12 komposisi dan kadar unsur hasil analisis kimia pada contoh konsentrat hasil pemisahan secara magnetik dan Tabel. 13 komposisi dan kadar mineral hasil perhitungan butir pada contoh konsentrat hasil pemisahan secara magnetik terdapat perbedaan hasil analisa kimia dan hasil perhitungan butir yang masih sama dengan hasil analisa yang dilakukan pada contoh hasil ayak. Apabila hasil kedua metoda dilakukan analisa statistik pengujian hipotesis yaitu uji rata-rata dan variansi maka di dapat simpangan sebesar 0,25 %.

3.2 Hasil Pemisahan Secara Meja Goyang

Hasil analisis kimia dengan cara analisa XRF pada contoh hasil ayak dan contoh asal ditujukan untuk mengetahui kadar unsur/senyawa Fe_2O_3 , TiO_2 , dan V_2O_5 . Kadar unsur yang terdapat pada contoh hasil ayak dan contoh asal, dihitung kembali menjadi kadar unsur Fe, Ti, dan Vanadium. Nilai kadar rata-rata Fe = 15,46 %, Ti = 1,25 %, dan V = 522,74 ppm, sedangkan nilai pada contoh asal mengandung kadar Fe = 15,64%, Ti = 1,18 %, dan V = 551 ppm. Hal ini menunjukkan adanya indikasi dan kehomogenan contoh seperti dapat dilihat pada Tabel. 14. Selanjutnya contoh asal ini dapat dipakai untuk bahan baku percobaan pemisahan menggunakan alat meja goyang.

Tabel. 14
Tabel untuk setiap fraksi ukuran hasil analisis kimia pada contoh hasil ayak dan contoh asal

Fraksi (mesh)	Berat		Unsur, %				V (ppm)	% Berat x Kadar Fe ₂ O ₃	% Berat x % Kadar Fe	% Berat x Kadar TiO ₂	% Berat x % Kadar Ti	% Berat x % Kadar V
	Fe ₂ O ₃ (gr)	Fe (%)	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Fe	TiO ₂						
+ 30	3,79	0,32	10,42	7,29	0,95	0,57	234	0,03	0,02	0,003	0,002	0,74
- 30 + 40	44,00	3,68	7,75	5,42	0,69	0,41	174	0,29	0,20	0,025	0,015	6,41
- 40 + 60	485,00	40,62	8,28	5,79	0,71	0,43	180	3,36	2,35	0,288	0,173	73,11
- 60 + 80	386,00	32,33	20,57	14,39	1,75	1,05	489	6,65	4,65	0,566	0,339	158,07
- 80 + 100	146,00	12,23	43,43	30,38	4,23	2,54	1056	5,31	3,71	0,517	0,310	129,11
- 100 + 140	104,00	8,71	64,23	44,92	6,82	4,09	1538	5,59	3,91	0,594	0,356	133,95
- 140 + 200	16,20	1,36	55,12	38,55	5,78	3,46	1351	0,75	0,52	0,078	0,047	18,33
- 200	9,12	0,76	16,14	11,29	1,53	0,92	395	0,12	0,09	0,012	0,007	3,02
Jumlah	1194,11	100,00	Kadar Rata-rata					22,11	15,46	2,084	1,249	522,74

Sedangkan dari hasil perhitungan butir didapat mineral Magnetit (Fe₃O₄), Hematit (Fe₂O₃), dan Ilmenit (FeTiO₃) dan nilai total Fe yang seperti tercantum pada Tabel. 15, menunjukkan nilai Fe yang lebih tinggi dari hasil analisis kimia baik untuk contoh asal maupun hasil ayak. Hal ini dapat

difahami karena hasil pengamatan mikroskop dan perhitungan butir menganggap dalam setiap butiran mineral yang diamati terdiri atas mineral yang murni, dengan mengabaikan adanya unsur pengotor lain yang mungkin jumlahnya jauh lebih kecil.

Tabel. 15
Komposisi mineral dan kadar Fe total dan Ti hasil perhitungan butir pada contoh hasil ayak dan contoh asal

Fraksi (Mesh)	KADAR MINERAL (%)							Fe Total
	Magnetit (Fe ₃ O ₄)	Kadar Fe	Hematit (Fe ₂ O ₃)	Kadar Fe	Ilmenit (FeTiO ₃)	Kadar Fe	Kadar Ti	
+ 30	28,23	20,43	5,58	3,90	0,00	0,00	0,00	24,33
- 30 + 40	14,94	10,81	1,39	0,97	1,48	0,54	0,47	12,32
- 40 + 60	14,20	10,28	1,55	1,08	0,00	0,00	0,00	11,36
- 60 + 80	33,70	24,39	2,92	2,04	0,53	0,20	0,17	26,62
- 80 + 100	50,59	36,61	3,74	2,61	1,61	0,59	0,51	39,82
- 100 + 140	78,00	56,44	2,48	1,73	0,77	0,28	0,24	58,45
- 140 + 200	68,88	49,84	2,88	2,02	0,47	0,17	0,15	52,04
- 200	45,84	33,17	2,62	1,83	0,11	0,04	0,03	35,04
Rata-rata	31,57	22,84	2,57	1,66	4,98	1,83	1,57	26,34
Contoh Asal	34,64	25,07	9,39	6,57	4,74	1,75	1,50	33,38

Hasil pengamatan terhadap contoh asal dan contoh hasil ayak menunjukkan bahwa :

- Mineral-mineral utama yang mengandung unsur Fe berada dalam mineral Magnetit (Fe₃O₄), Hematit (Fe₂O₃), dan Ilmenit (FeTiO₃). Sedangkan kadar Fe paling tinggi terdapat pada mineral Magnetit (Fe₃O₄) dengan nilai maksimum terdapat pada fraksi - 100 + 140 # dengan kadar Fe = 44,92 %,

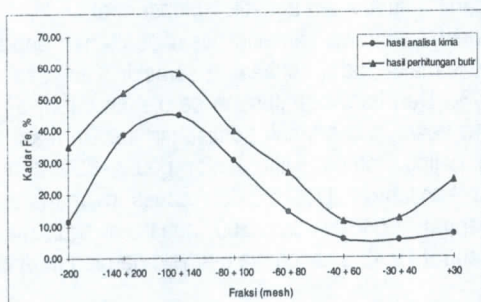
sedangkan pada fraksi -140 + 200 # dan - 200 # mengalami penurunan kadar Fe.

- Mineral utama yang mengandung unsur Ti terdapat pada mineral Ilmenit (FeTiO₃), tetapi kadarnya relatif kecil (0,41 % sampai dengan 4,09 %), selain itu apabila dilihat dari sifat kemagnetan Ilmenit ini, bisa bersifat diamagnetik ataupun bersifat paramagnetik, sehingga sangat sulit ditentukan masuk ke produk konsentrat atau produk *tailing*,

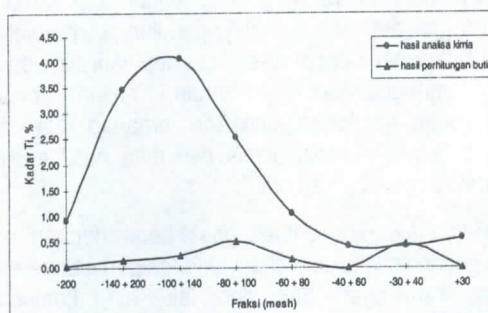
maka dari itu sangat sulit untuk membedakan Ilmenit dengan mineral logam lainnya.

- Sedangkan mineral yang mengandung unsur Vanadium (V) tidak teridentifikasi di bawah mikroskop polarisasi sinar pantul.

Hasil perhitungan butir dan analisis kimia juga dapat diperbandingkan secara grafik pada Gambar. 9 untuk unsur/mineral besi (Fe) dan pada Gambar. 10 untuk mineral titan (Ti)



Gambar. 9
Grafik perbandingan antara kadar Fe hasil analisa kimia dengan hasil perhitungan butir pada contoh hasil ayak



Gambar. 10
Grafik perbandingan antara kadar Ti hasil analisa kimia dengan hasil perhitungan butir pada contoh hasil ayak

Dari hasil perbandingan kedua grafik pada Gambar. 9 dan Gambar. 10 dapat hasil yang berbeda adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

- Mineral Besi (Fe)

Dari grafik perbandingan hasil perhitungan butir dengan hasil analisa kimia untuk mineral besi (Fe) Gambar. 9, berdasarkan Tabel. 14, apabila hasil kedua metoda di atas dilakukan analisa statistik pengujian hipotesis yaitu uji menyangkut rata-rata dan variansi maka akan didapat simpangan baku sebesar 5,83 %. Untuk perbandingan hasil perhitungan butir dengan hasil analisa kimia terhadap mineral besi (Fe) pada fraksi kecil kadar Fe nya meningkat karena pada fraksi

ukuran tersebut mineral sudah terliberasi sempurna, sedangkan pada fraksi ukuran besar kadar besinya menurun, hal ini disebabkan pada fraksi ukuran tersebut mineral belum terliberasi sempurna. Dari kedua hasil analisa terhadap kadar Fe menunjukkan bahwa kadar Fe hasil perhitungan butir lebih tinggi dari hasil analisa kimia, hal ini disebabkan karena pada perhitungan butir terjadi kesalahan-kesalahan pada saat analisa dilakukan, baik itu kesalahan pada saat preparasi sayatan poles dimana pada saat pemolesan bagian partikel mineral yang terpoles hanya sebagian saja atau kesalahan pada saat pengamatan sayatan poles pada mikroskop dimana pada saat pengamatan harusnya suatu partikel itu hanya setengah bagian yang mineral logamnya artinya belum terliberasi sempurna tetapi dihitung satu bagian penuh.

- Mineral Titan (Ti)

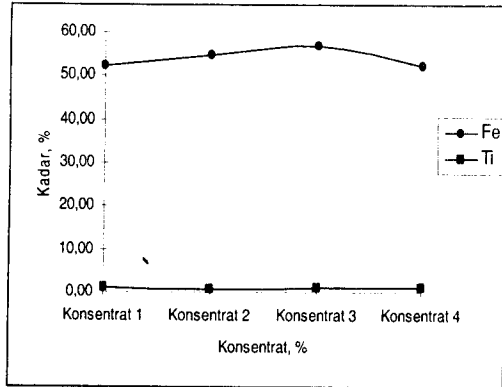
Pada mineral titan (Ti) seperti terlihat pada Gambar. 10, seperti mineral Fe di atas apabila hasil kedua metoda di atas dilakukan analisa statistik pengujian hipotesis yaitu uji menyangkut rata-rata dan variansi maka didapat simpangan sebesar 1,43 %. Hasil analisis kimia menunjukkan kadar Ti nya lebih tinggi dari hasil analisa perhitungan butir. Dan dari grafik perbandingan hasil analisa perhitungan butir dengan analisa kimia terhadap mineral titan pada fraksi lebih kecil perbedaannya semakin membesar. Kedua hal di atas terjadi karena disebabkan pada analisa kimia berupa unsur (TiO_2) sedangkan pada analisa perhitungan butir berupa mineral ilmenit ($FeTiO_3$) yang kemudian dihitung kembali Ti nya.

Setelah dilakukan perhitungan terhadap kadar Fe total dan Ti untuk cara perhitungan butir pada contoh hasil pemisahan, maka dapat dianalisis bahwa unsur Fe dan Ti hasil perhitungan butir dari proses pemisahan alat meja goyang yaitu :

- Unsur Fe terdapat pada mineral Magnetit (Fe_3O_4), Hematit (Fe_2O_3), dan Ilmenit ($FeTiO_3$). Kadar Fe paling tinggi terdapat pada mineral Magnetit (Fe_3O_4) dengan nilai maksimum kadar Fe = 53,92 %, yaitu pada kemiringan dek 3° dan laju alir 16 liter/menit.
- Unsur Ti terdapat pada mineral Ilmenit ($FeTiO_3$), tetapi kadarnya relatif kecil dengan nilai maksimum kadar Ti = 1,20 % pada kemiringan dek 3° dan laju alir 16 liter/menit. Hal ini diakibatkan karena apabila dilihat dari sifat kemagnetan Ilmenit ini bisa bersifat diamagnetik ataupun bersifat paramagnetik sehingga sangat sulit ditentukan masuk ke produk konsentrat atau produk *tailing*, maka dari itu sangat

sulit untuk membedakan Ilmenit dengan mineral logam lainnya.

Hasil perhitungan butir untuk mineral besi (Fe) dan Ti dalam konsentrat dituangkan dalam bentuk grafik pada Gambar. 11.



Gambar. 11

Grafik hasil perhitungan butir untuk kadar Fe total dan Ti dalam konsentrat

3.3 Analisa Perolehan (*Recovery*) Pada Produk Hasil Pemisahan

3.3.1 Metoda Magnetik

Perhitungan perolehan dilakukan pada hasil pemisahan secara magnetik untuk tiap variabel besar gauss. Dengan asumsi bahwa kadar Fe dalam contoh asal yang kemudian dijadikan kadar feed adalah sama sebesar 15,64%, perhitungan perolehan dilakukan supaya dapat diketahui pada variabel besar gauss berapa yang menghasilkan perolehan paling besar. Pada perhitungan perolehan ini semua parameter data dalam bentuk kadar tidak dipakai berat, hal ini dilakukan karena adanya kehilangan pada saat proses pemisahan secara magnetik sehingga berat feed dan produk hasil pemisahan (konsentrat dan tailing) tidak sama, perhitungan perolehan dilakukan terhadap data hasil analisis kimia, dapat dilihat pada Tabel. 16.

Tabel. 16

Tabel Perolehan Mineral Besi (Fe) Hasil Pemisahan Magnetik Berdasarkan Analisis Kimia

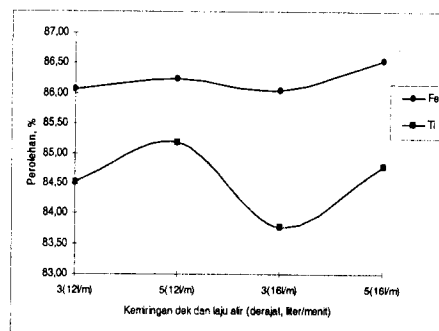
Produk Pemisahan (Gauss)	Kadar Feed (%)	Kadar Konsentrat (%)	Kadar Tailing (%)	Perolehan (%)
1200	15,64	15,67	5,29	99,89
1000	15,64	17,11	4,26	96,89
850	15,64	17,81	4,64	95,11
550	15,64	17,46	4,32	96,17
300	15,64	19,46	4,89	91,81

Dari tabel perolehan hasil pemisahan secara magnetik berdasarkan analisis kimia menunjukkan bahwa perolehan yang paling besar terdapat pada variabel pemisahan 1200 Gauss, tetapi pada variabel 1200 Gauss mempunyai kadar konsentrat paling kecil dan kadar tailing paling besar ini disebabkan karena intensitas magnetnya terlalu besar sehingga pada proses pemisahan secara magnetik, lebih banyak material logam yang belum terliberasi secara sempurna tertarik oleh magnet sehingga terjebak dan bercampur dengan material magnetik (konsentrat). Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar perolehan sebesar 99,89% maka kadar konsentrat semakin kecil sebesar 15,67%. Dari hasil perhitungan perolehan dapat dilihat bahwa besar gauss untuk pemisahan secara magnetik yang paling optimal yaitu besar gauss 850 dengan kadar konsentrat 17,81%, 550 gauss dengan kadar konsentrat 17,46%, dan 300 gauss dengan kadar konsentrat 19,46% ketiganya memiliki perolehan di atas 90%.

3.3.2 Metoda Meja Goyang

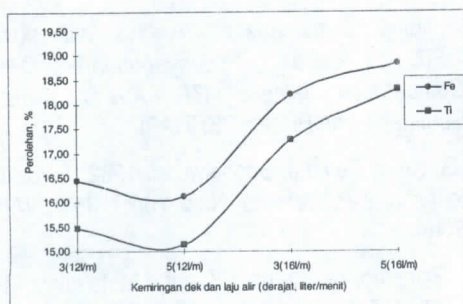
Perhitungan perolehan dilakukan pada produk hasil pemisahan meja goyang untuk tiap variabel (kemiringan dek dan laju alir), perhitungan perolehan dilakukan supaya dapat diketahui pada variabel berapa yang menghasilkan perolehan paling besar. Perhitungan perolehan dilakukan terhadap dua data yaitu data hasil analisa kimia dan data hasil analisa mineralogi (perhitungan butir).

Percobaan konsentrasi gaya berat dengan alat meja goyang dilakukan sebanyak 4 (empat) kali dengan variasi kemiringan dek dan laju alir, kemudian dituangkan dalam bentuk grafik pada Gambar. 12 untuk produk konsentrat dan Gambar. 13 untuk produk *tailing*.



Gambar. 12

Grafik hubungan antara kondisi operasi terhadap perolehan Fe dan Ti produk konsentrat



Gambar. 13
Grafik hubungan antara kondisi operasi terhadap perolehan Fe dan Ti produk *tailing*

Berdasarkan Gambar. 12 terlihat bahwa dengan kemiringan dek yang kecil dengan laju alir yang kecil nilai perolehan akan lebih kecil. Hal ini terjadi karena kecepatan dorongan air lebih kecil sehingga aliran air turbulensi pada sekat-sekat kecil sekali, akibatnya proses pemisahan mineral berat dengan gangue mineral kurang sempurna karena partikel mineral berat dan ringan masih bersatu dan terbawa oleh dorongan air ke sisi samping meja goyang sebagai *tailing*. Akibatnya partikel mineral yang masuk ke konsentrat lebih kecil, sehingga perolehan menjadi kecil.

Selanjutnya perolehan mengalami kenaikan dengan bertambah besar kemiringan dek. Hal ini disebabkan bertambah besarnya gaya kecepatan air sehingga memperbesar *turbulensi* pada sekat-sekat dan proses pemisahan partikel mineral berat dan ringan pada sekat-sekat akan lebih baik. Akibatnya partikel mineral berat akan tertahan pada sekat-sekat dan karena gerakan *eccentrik* pada dek akan terbawa ke ujung dek sebagai konsentrat sehingga perolehan yang dihasilkan akan lebih tinggi. Sedangkan partikel mineral ringan akan mengapung dan oleh gaya dorong akan terbawa keluar sebagai *tailing*.

Nilai perolehan maksimum produk konsentrat berdasarkan hasil proses pemisahan alat meja goyang pada variabel kemiringan dek 5° dan laju alir 16 liter/menit dengan perolehan Fe = 86,53 %, dan Ti = 84,78 %. Sedangkan nilai perolehan produk *tailing* berdasarkan hasil pemisahan pada variabel 5° dan laju alir 16 liter/menit dengan perolehan Fe = 18,82 % dan Ti = 18,29 %.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data pengamatan dan hasil pembahasan, maka kesimpulan yang dapat kami ambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pemisahan secara magnetik dengan beberapa analisis yang dilakukan, maka didapat hasil sebagai berikut :

- Analisis XRD menunjukkan bahwa mineral yang dominan yaitu magnetit (Fe_3O_4) sebagai mineral logamnya dan albit sebagai mineral non logam.
- Analisis Kimia menunjukkan bahwa % kadar konsentrat terbesar didapat pada gauss 850, 550, dan 300. Dengan nilai Fe_2O_3 (25,47%, 24,6% dan 27,82%) dan nilai Kadar Vanadium dalam ppm adalah sebagai berikut 342.81ppm, 344.49ppm, dan 380.90ppm.
- Hasil perhitungan analisis butir kadar Fe Total berkisar pada nilai 40,14% sampai dengan 46,4%. Apabila kita perhatikan, kisaran nilai tersebut sudah cukup optimum dengan nilai terbesar 46,4% pada gauss 550.

- Analisis Perolehan metoda magnetik menunjukan % perolehan optimum dan % konsentrat yang cukup terdapat pada gauss 850 sebesar 95,11%, % konsentrat 17,81, gauss 550 dimana 96,17%, % konsentrat 17,46 sedangkan gauss 300 didapat 91,81%, % konsentrat 19,46. Adapun % perolehan terbesar terdapat pada gauss 1200 namun mempunyai nilai % konsentrat terkecil yaitu 15,67.

2. Berdasarkan hasil pemisahan secara magnetic dengan beberapa analisis yang dilakukan, maka didapat hasil sebagai berikut :

- Mineral utama yang mengandung unsur Fe terdapat pada mineral Magnetit (Fe_3O_4), Hematit (Fe_2O_3), dan Ilmenit (FeTiO_3). Kadar Fe paling tinggi terdapat pada mineral Magnetit (Fe_3O_4) dengan nilai maksimum pada fraksi - 100 + 140 # kadar Fe = 44,92 %, pada fraksi -140 + 200 # dan - 200 # mengalami penurunan kadar Fe.
- Mineral utama yang mengandung unsur Ti terdapat pada mineral Ilmenit (FeTiO_3), tetapi kadarnya relatif kecil (0,41 % sampai dengan 4,09 %), bisa bersifat diamagnetik ataupun bersifat paramagnetik, sehingga sangat sulit ditentukan masuk ke produk konsentrat atau produk *tailing*. Kandungan unsur Vanadium (V) tidak teridentifikasi di bawah mikroskop polarisasi sinar pantul.
- Kemiringan dek yang kecil dengan laju alir yang kecil nilai perolehan akan lebih kecil terjadi karena kecepatan dorongan air lebih kecil sehingga aliran air turbulensi pada sekat-sekat

kecil sekali, akibatnya partikel mineral yang masuk ke konsentrat lebih kecil, sehingga perolehan menjadi kecil.

- Perolehan mengalami kenaikan dengan bertambah besar kerniringan dek, disebabkan bertambah besarnya gaya kecepatan air sehingga memperbesar *turbulensi* pada sekat-sekat dan proses pemisahan partikel mineral berat dan ringan pada sekat-sekat akan lebih baik. Akibatnya partikel mineral berat akan tertahan pada sekat-sekat dan karena gerakan *eccentrik* pada dek akan terbawa ke ujung dek sebagai konsentrat sehingga perolehan yang dihasilkan akan lebih tinggi.
3. Dari kedua metoda pemisahan tersebut, masih terdapat kekurangan disebabkan penelitian yang dilakukan dengan cara tidak berkelanjutan melihat kondisi alat Bantu yang tidak memungkinkan untuk dilakukan secara berkelanjutan, hal ini dapat mempengaruhi hasil perolehan dan tingkat kadar dari bijih yang diolah
 4. Berdasarkan hasil yang ada metoda meja goyang yang relatif dapat meningkatkan kadar cukup tinggi dibandingkan dengan metoda magnetic separator untuk penelitian yang dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

- Andrew L. Mular, Professor Emeritus. 2000. *Element of Mineral Process Engineering*. Canada : Departement of Mining and Mineral Process Engineering, University of British Columbia Vancouver, B,C.
- Anita Isabel, Yuhelda. 1992. *Pemanfaatan Pengolahan Pasir Besi di Cilacap*. Bandung : Proyek Pengembangan Teknologi Pengolahan Bahan Galian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Arthur F. Taggart. *Handbook of Mineral Dressing, Ores And Industrial Minerals*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Dedy Aditya Sumanagara, Yuwono Wiryokusumo. 1997. *Usaha Pendayagunaan Potensi Sumberdaya Mineral PT. Aneka Tambang*. Seminar Temu Profesi PERHAPI.
- Errol G. Kelly, David J. Spottiswood. 1982. *Introduction to Mineral Processing*. New York : John Wiley & Sons.
- Fuad Tanjung, Rachmat Yusuf, Muta'alim. 1996. *Ekstraksi Titan Dioksida dari Pasir Besi Yogyakarta*. Bandung : Proyek Pengembangan Teknologi Pengolahan Bahan Galian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Muta'alim, Lili Tahli, Hadi Purwanto, Subiantoro. 1995. *Pembuatan Pre-Reduced Pellet Pasir Besi*. Bandung : Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Paul F. Kerr. P.h.D. 1959. *Optikal Mineralogy*. Third Edition. New York Toronto London.
- Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers. *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Terbitan Ke 2.
- P. Somasundaran, Editor Henry Krumb School of Mines Columbia University. 1986. *Advances in Mineral Processing*, New York. Hayden. H Murray. *Magnetics As A Separation Technique*. Bloomington : Dept. of Geology, Indiana University.
- Pramusanto, Hermanu Prijono, Suratman, Eko Setyatmoko, Djuarsih. 1999. *Pengerjaan Awal Bijih Besi Laterit Melalui Pemisahan Secara Magnetik dalam Drum Magnetic Separator Pada Pembriketan Campuran Bijih Besi Laterit dan Kokas*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Supriatna Suhala, A. Fatah Yoesoef, Muta'alim (Penyunting Pengelola). 1995. *Teknologi Pertambangan di Indonesia*. Bandung : Departemen Pertambangan & Energi Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.