

Optimasi Pengolahan Bijih Kromit Secara Gravity Dengan Meja Goyang (Optimization Of Gravity Chromite Processing With Shaking Table)

Subandrio¹⁾, Wiwik Dahani¹⁾, Taat Tri Purwiyono¹⁾

¹⁾Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan & Energi, Universitas Trisakti, Jakarta 11440

Sari

Peningkatan kadar unsur atau mineral dari bijih/ ore hasil penambangan biasanya selalu dilakukan dalam industri pertambangan, bagaimana mengoperasikan peralatan secara optimal diperlukan kajian yang mendalam. Penelitian yang dilakukan bertujuan mengamati parameter-parameter mempengaruhi peningkatan kadar dengan menggunakan alat meja goyang (*shaking table*) yang merupakan alat yang menggunakan prinsip metoda grafitasi, bijih yang digunakan pada penelitian adalah bijih kromit yang berasal dari Kabupaten Morowali - Sulawesi Tengah. Percobaan dilakukan dengan memvariasikan ukuran feed/ umpan dengan rentang 106 - 900 μm (mikron) hasil crushing dan grinding yang sudah dilakukan pengayakan, kemiringan deck/meja dengan rentang 5° - 15° dan frekuensi stroke 35 rpm - 50 rpm. Hasil percobaan memperlihatkan bahwa makin kecil ukuran umpan, kadar Cr (%) makin meningkat nilai optimal pada ukuran $-150 + 106 \mu\text{m}$, hal ini disebabkan makin bebasnya mineral kromit terpisah dari gangue mineral juga meningkatnya derajat liberasi. Kemiringan meja antara 5° - 10° meningkatkan kadar konsentrat Cr (%) namun mengalami penurunan 10° - 15° nilai optimal dicapai pada kemiringan 10° . Frekuensi stroke rentang 35 rpm -50 rpm memberikan hasil optimal pada kadar Cr (%) pada stroke 35 rpm. Perhitungan recovery pada hasil optimal /kadar Cr (%) paling tinggi memberikan hasil 44,92 % masih tergolong rendah, memungkinkan diperbaiki dengan peningkatan homogenitas ataupun pengaturan persen solid umpan yakni dengan penambahan conditioning tank.

Kata Kunci : *Shaking table*, Kromit, Morowali

Abstract

Increased levels of elements or minerals from ore / ore mining results are usually always done in the mining industry, how to operate the equipment optimally required in-depth study. The aim of this research is to observe the parameters of increasing the level by using shaking table which is a tool that uses the principle of gravitation method, ore used in the research is chromite ore originating from Morowali District - Central Sulawesi. Experiments were conducted by varying the size of feed / feed with a range of 106 - 900 μm (micron) crushing and grinding results that have been done sifting, deck / table slope with a range of 5° - 15° and stroke frequency 35 rpm - 50 rpm. The experimental results show that the smaller the feed size, Cr (%) the optimum value increases at the size of $-150 + 106 \mu\text{m}$, this is due to the free chromite mineral separated from the mineral gangue as well as the increasing degree of liberation. The slope of the table between 5° - 10° increases the concentration level Cr (%) but decreases 10° - 15° the optimal value is reached at 10° slope. Frequency stroke range 35 rpm -50 rpm provides optimal results at levels Cr (%) in stroke 35 rpm. The calculation of recovery on optimum yield / Cr (%) yields the highest yield 44.92% is still relatively low, allowing to be improved by increasing homogeneity or feed solid concentrations by adding a conditioning tank.

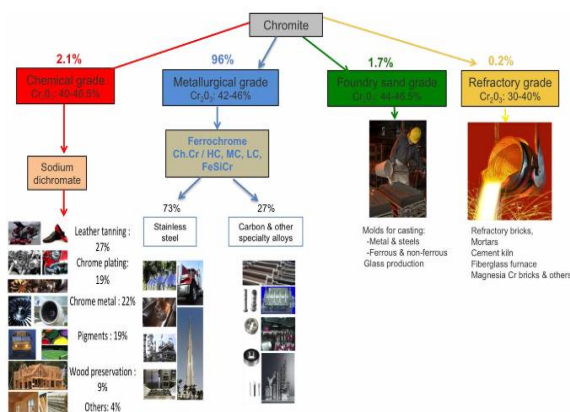
Keywords: Shaking table, Kromit, Morowali

Subandrio
subandrio@trisakti.ac.id
Tel :+62-21-5663232 ext : 517 ; Faksimil : :+62-21-5670496

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kromium merupakan unsur kimia (Cr) yang merupakan bahan baku penting dalam industri modern, yakni untuk pembuatan ferrokrom dan baja khusus. Sumber utama kromium adalah bijih kromit, sekitar 90% dari bijih kromit ditambang dirubah menjadi ferrochrome oleh industri metalurgi dengan grade yang berbeda-beda. Sekitar 80% produksi ferrochrome dunia dimanfaatkan oleh Industri baja tahan karat (stainless steel) utamanya jenis *high-carbon/ charge grade* terlihat pada Gambar 1.1 [1].



Gambar 1.1 Penggunaan Bijih Kromit

Komposisi kromit bervariasi dengan rumus kimia $(Mg, Fe^{+2})(Cr, Al, Fe^{+3})_2O_4$. Kromium terbentuk sebagai kromium spinel, magnesium mineral kompleks yang mengandung, zat besi, aluminium dan kromium dalam proporsi yang bervariasi tergantung depositnya. Besi digantikan oleh magnesium dan kromium, pengganti ini yang meningkatkan perbandingan Cr: Fe. Bijih kromium terjadi secara eksklusif pada batuan beku *ultramafic*. Deposit kromit komersial ditemukan dalam dua bentuk yaitu lapisan stratiform dan podiform / lenticular tidak teratur. Berdasarkan kadar silika dan besi, bijih kromit deposit dapat digolongkan jenis kaya silika (silica rich) dan kaya besi (ironrich). Mineral pengotor utama antara lain talk, kuarsa, hematit, goethite, limonit, gabro, serpentine, anorthosite, dunit, dan piroksenit. Sebagian besar cadangan kromit di dunia terkonsentrasi di Afrika dan Asia diikuti oleh Eropa, Australia dan Brasil [1].

Pengolahan untuk menghasilkan kromium murni adalah sulit, karena kromium mudah bersenyawa dengan banyak elemen lainnya. Sebagian besar penambangan bijih kromit yang mengalami beneficiation menghasilkan krom yang bervariasi, digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik paduan besi (ferro alloy). Selama operasi penambangan dan pengolahan dihasilkan sejumlah besar material berukuran halus, yang mendapat

perhatian besar dalam penanganan dan juga penyimpanan dari segi lingkungan. Dilaporkan bahwa lebih dari 25% dari nilai mineral yang hilang sebagai material berukuran halus selama pengolahan bijih. Beberapa kajian dua dekade terakhir (laporan teknis) dilaporkan telah berhasil mengambil bijih kromit dari buangan tailing [2, 3].

1.2 Perumusan Masalah

Undang-Undang Minerba No. 4 Tahun 2009 [4] yang telah diberlakukan, sehingga mengharuskan hasil-hasil tambang perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum diekspor ke luar negeri, karenanya penguasaan pengolahan bijih kromit perlu dilakukan. Pada penelitian sekarang ini, untuk menghasilkan kondisi teknis yang optimal khususnya terhadap kadar dan recovery dari konsentrat, maka akan dilakukan pengkajian pengaruh beberapa faktor sebagai berikut :

- Belum diketahuinya ukuran optimum bijih kromit secara konsentrasi gravitasi dengan shaking table
- Belum diketahuinya kemiringan optimum shaking table untuk pengolahan bijih kromit.
- Belum diketahuinya nilai optimum *drive head of table motion* untuk pengolahan bijih kromit.

Faktor-faktor tersebut memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kualitas produk yang dihasilkan yang sering disebut dengan nama konsentrat, yakni produk yang dihasilkan dari proses konsentrasi [4].

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan perumusan masalah yang terdapat pada subbab 1.2 maka tujuan penelitian adalah memberikan jawaban terhadap pada bagian-bagian yang tercantum pada perumusan masalah yakni :

- Menentukan ukuran optimum bijih kromit secara konsentrasi gravitasi dengan shaking table
- Menentukan kemiringan optimum shaking table untuk pengolahan bijih kromit.
- Menentukan nilai optimum dari *drive head of table motion* untuk pengolahan bijih kromit.

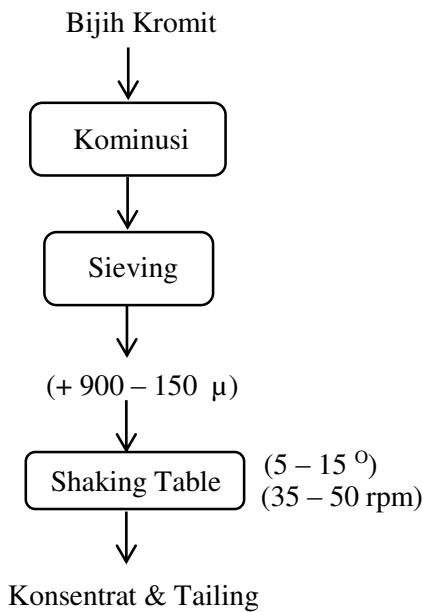
1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam kegiatan penelitian ini akan dilakukan peningkatan kadar pasir khromit kadar rendah dengan metoda *gravity concentration (shaking table)* untuk menghasilkan konsentrat dengan kadar 48 % Cr_2O_3 [5,6]. Berikut ini adalah ruang lingkup yang akan dipelajari dalam penelitian ini :

1. Mengetahui pengaruh ukuran butir terhadap hasil konsentrasi gravitasi dengan shaking table yakni kadar konsentrat Cr_2O_3 dan nilai recovery proses.
2. Mengetahui pengaruh kemiringan bidang meja goyang terhadap hasil konsentrasi gravitasi

- dengan shaking table yakni kadar konzentrat Cr_2O_3 dan nilai recovery proses.
- Mengetahui pengaruh dari *drive head of table motion* terhadap hasil konsentrasi gravitasi dengan shaking table yakni kadar konzentrat Cr_2O_3 dan nilai recovery proses.

II. Metodologi



Gambar 2.1 Alur Percobaan

2.1 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental, untuk mengetahui peningkatan kadar dan recovery bijih kromit dengan menggunakan metoda *gravity - shaking table*. Pengambilan sample kromit dilakukan pada akhir Desember 2016 di Desa Bahusuai Kec Bumi Jaya Morowali Sulawesi Tengah, peta lokasi seperti terlihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Peta Lokasi Pengambilan Bijih Kromit

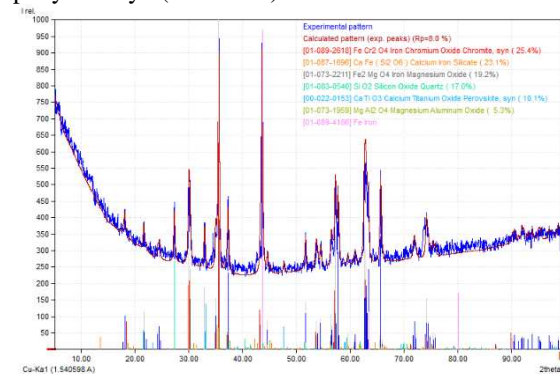
2.2 Bahan Dan Alat Percobaan

Bijih khromi, Air, Kantong plastik, Kertas, Spidol, Saringan halus Stopwatch, Jaw crusher, Grinding mill Shaking Table, Sieve Shaker, Ember dan Neraca Analitik

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Bahan Baku Bijih Khromit

Seperti yang sudah dijelaskan pada bagian II.1 sebelumnya, bahwa bahan baku yang digunakan penelitian adalah bijih kromit kadar rendah berasal dari daerah Morowali Sulawesi Tengah. Terhadap bijih kromit kadar rendah dilakukan karakterisasi dengan XRD untuk melihat senyawa/mineral apa saja yang terkandung didalamnya (Gambar 3.1) dan XRF untuk melihat komposisi unsur kimia penyusunnya (Tabel 3.2).

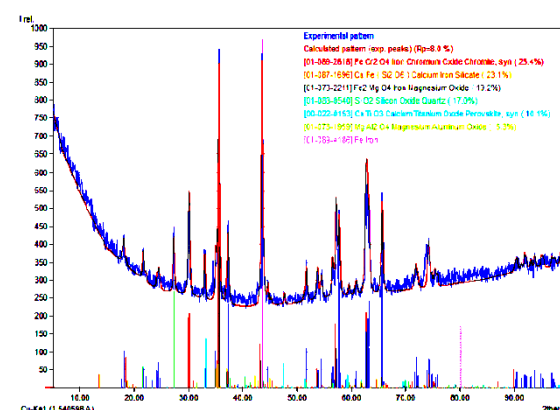


Gambar 3.1 Difraktogram XRD Bijih Kromit Morowali

Tabel 3.1 Analisa Semi-Kuantitatif Rietveld Bijih Kromit Morowali

Index	Amount (%)	Name	Formula sum
A	58.5	Silicon Oxide Quartz low, syn	Si O ₂
B	13.8	Iron Oxide Magnetite	Fe ₃ O ₄
C	11.4	Silicon Oxide Quartz	Si O ₂
D	11.1	Calcium Aluminum Oxide	Ca ₂ (Al ₂ O ₅)
E	5.3	Iron Silicate	Fe ₂ (Si O ₄)
	4.0	Unidentified peak area	

Tabel 3.2 Komposisi Unsur Kimia Bijih Kromit Morowali Hasil XRF



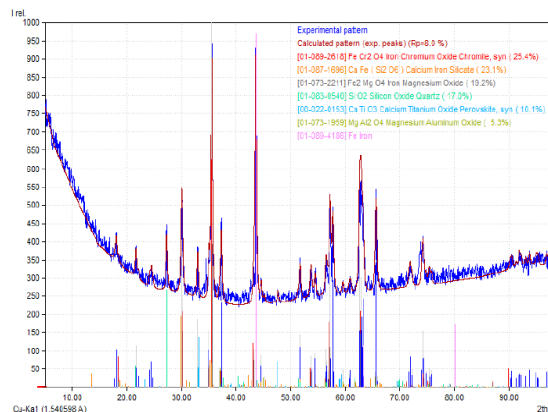
Untuk menentukan apakah bijih kromit memerlukan benefisiasi atau tidak, maka perlu dilihat faktor yang menentukan yaitu nilai perbandingan Cr/Fe, bila masih dibawah 1,5 [7,8,9] maka diperlukan benefisiasi. Karena perbandingan Cr/Fe bijih kromit Morowali seperti terlihat pada Tabel 3.2 masih jauh dibawah 1.5, maka diperlukan tahapan benefisiasi. Penentuan metoda benefisiasi yang dilakukan, bergantung pada jenis mineral berharga dan pengotornya yang terkandung dalam bijih. Pada Tabel 3.1 terlihat bahwa mineral yang terkandung bijih kromit

Unsur/ Senyawa	Kadar (% berat)	Unsur/ Senyawa	Kadar (% berat)
Cr ₂ O ₃	2,24	Al	0.81
Cr	5,54	NiO	0.27
Fe ₂ O ₃	9,50	Ni	0.16
Fe	6,65	CaO	1.77
Al ₂ O ₃	1,52	Ca	1.13
Rasio Cr/Fe		0.83	

berbentuk oksida, sehingga untuk memilih benefisiasi metoda flotasi sangat sulit, karena flotasi lebih sering digunakan untuk mineral sulfida. Dengan memperhatikan mineral yang terkandung dalam bijih kromit (Tabel 3.1) dan hasil analisa XRF (Tabel 3.2), maka metoda benefisiasi yang paling tepat adalah metoda gravitasi dengan alat meja goyang/ *shaking table*.

3.2 Kosentrasi Bijih Kromit Menggunakan Meja Goyang

Kosentrasi bijih kromit dengan alat meja goyang bertujuan untuk meningkatkan kadar Cr dan perbandingan Cr/Fe, untuk meyakinkan bahwa jenis alat tersebut sesuai dengan yang diperlukan untuk penelitian, maka dilakukan penelitian awal dengan parameter seting alat yang banyak digunakan dibeberapa referensi [10, 7] yaitu dengan kemiringan sudut dek 10 derajat, stroke 35 rpm dan ukuran umpan bijih kromit (-600 + 500) µm. Hasil dari penelitian terlihat pada Gambar 3.2 Difraktogram XRD Konsentrat Kromit Morowali, Tabel 3.3 Analisa Semi-Kuantitatif Rietveld Konsentrat Kromit Morowali menunjukkan adanya perubahan komposisi mineral dan **Error! Reference source not found.** terlihat adanya peningkatan rasio Cr/Fe menjadi 1.02.



Gambar 3.2 Difraktogram XRD Konsentrat Kromit Morowali

3.3 Pengaruh Ukuran Butiran Terhadap Kadar Cr Konsentrat

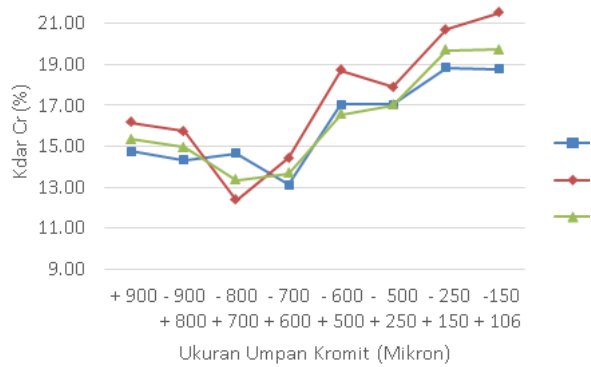
Proses konsentrasi menggunakan alat meja goyang, ukuran butiran sangat berpengaruh pada kualitas konsentrat yang dihasilkan tercermin dengan kadar Cr nya, diusahakan agar kadar Cr dalam konsentrat setinggi mungkin dan hasilnya bisa terlihat pada **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found.**

Tabel 3.3 Analisa Semi-Kuantitatif Rietveld Konsentrat Kromit Morowali

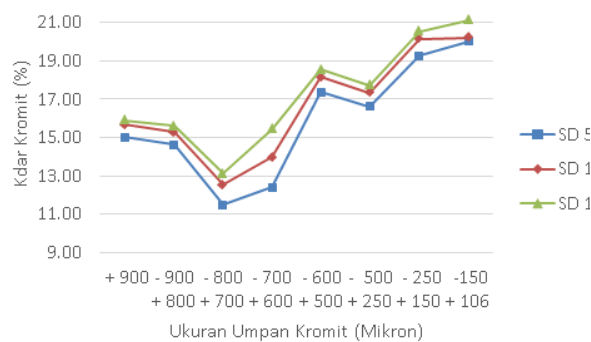
Index	Amount (%)	Name	Formula sum
A	26.0	Iron Chromium Oxide Chromite, syn	Fe Cr ₂ O ₄
B	21.8	Calcium Iron Silicate Hedenbergite, syn	Ca Fe Si ₂ O ₆
C	19.3	Iron Magnesium Oxide	Fe ₂ Mg O ₄
D	17.2	Silicon Oxide Quartz	Si O ₂
E	10.3	Calcium Titanium Oxide Perovskite, syn	Ca Ti O ₃
F	5.4	Magnesium Aluminum Oxide	Mg Al ₂ O ₄
	3.4	Unidentified peak area	

Tabel 3.4 Komposisi Unsur Kimia Konsentrat Kromit Morowali Hasil XRF

Unsur/ Senyawa	Kadar (%) berat)	Unsur/ Senyawa	Kadar (%) berat)
Cr ₂ O ₃	30.28	Al	2.0
Cr	20.72	MgO	7.99
Fe ₂ O ₃	29.0	Mg	4.79
Fe	20.29	CaO	1.58
Al ₂ O ₃	3.78	Ca	1.13
Rasio Cr/Fe		1.02	



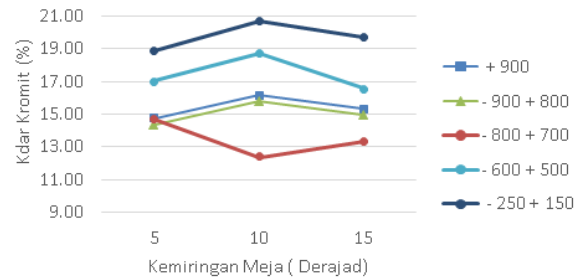
Gambar 3.3 Pengaruh Ukuran Pada Kadar Cr dengan Stroke 35 rpm



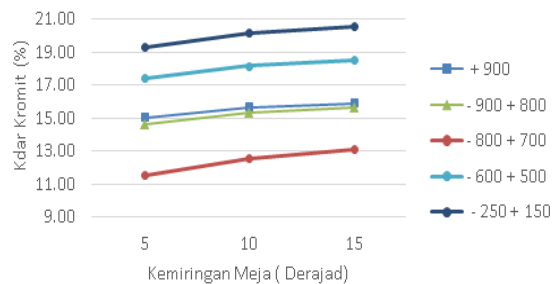
Gambar 3.4 Pengaruh Ukuran Pada Kadar Cr dengan Stroke 50 rpm

Pada Gambar 3.3 untuk berbagai kemiringan meja antara 5^o - 15^o stroke 35 rpm terlihat adanya kecenderungan peningkatan kadar Cr titik optimal tercapai pada kemiringan meja /deck = 10^o ukuran kromit (-150 + 106) μm didapat kadar Cr = 21,53 % . Untuk stroke 50 rpm terlihat pada Gambar 3.4 untuk berbagai kemiringan meja antara 5^o - 15^o terlihat adanya kecenderungan peningkatan kadar Cr titik optimal tercapai kemiringan meja /deck = 15^o pada ukuran (-150 + 106) μm didapat kadar Cr = 21,12

3.4 Pengaruh Kemiringan Meja Goyang Terhadap Kadar Cr Konsentrat Kapasitas alat Meja Goyang sangat dipengaruhi oleh kemiringannya [11,12], semakin curam kemiringannya kapasistas akan meningkat namun hal ini tidak selalu berbanding lurus dengan kadar Cr yang dikandung dalam konsentrat. Karenanya diperlukan menentukan nilai optimumnya, terlihat pada Gambar 3.5 **Error! Reference source not found.** dan Gambar 3.6.



Gambar 3.5 Pengaruh Kemiringan Pada Kadar Cr dengan Stroke 35 rpm



Gambar 3.6 Pengaruh Kemiringan Pada Kadar Cr dengan Stroke 50 rpm

Pada stroke 35 rpm kecenderungan perubahan kemiringan meja menghasilkan kadar Cr meningkat dari 5^o sampai 10^o kemudian menurun dari 10^o ke 15^o, nilai optimum dicapai pada kemiringan 10^o dengan ukuran (-150 + 106) μm sebagaimana terlihat pada Gambar3.5. Pada stroke 50 rpm kecenderungan perubahan kemiringan meja menghasilkan kadar Cr meningkat dari 5^o sampai 15^o, nilai optimum dicapai pada kemiringan 15^o dengan ukuran (-150 + 106) μm sebagaimana terlihat pada Gambar 3.6.

3.5 Rangkuman Pembahasan

Beberapa variabel penting (ukuran umpun, kemiringan deck, stroke) yang mempengaruhi proses konsentrasi biji kromit telah dilakukan percobaan pada penelitian ini, sebagaimana telah dibahas pada subbab sebelumnya bahwa kondisi optimum diperoleh dengan kemiringan meja 10^o ukuran umpun (-150 + 106) μm dan stroke 35 rpm didapat kadar Cr = 21,53 % . Perhitungan recovery untuk kondisi optimum bisa dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Recovery} = \frac{k(f-t)}{f(k-t)} \times 100 \% ; \text{ dengan } f = \text{kadar dalam feed/umpun} ; k = \text{kadar dalam konsentrat dan } t = \text{kadar dalam tailing. Sehingga dari nilai optimum :$$

$$\text{Recovery} = \frac{21,53(5,54-3,45)}{5,54(21,53-3,45)} \times 100 \% = 44,92 \%$$

IV. KESIMPULAN

Peningkatan kadar bijih kromit dengan konsentrasi gravitasi menggunakan Meja Goyang (Shaking Table) telah dilakukan untuk bijih kromit, dengan variabel (ukuran umpan, kemiringan meja/deck, stroke) kondisi optimum diperoleh adalah kemiringan meja /deck 10 ° ukuran umpan (-150 + 106) µm dan stroke 35 rpm menghasilkan kadar Cr = 21,53 %.

Meskipun dari segi kadar Cr telah mengalami kenaikan dari kondisi awal (umpan/feed) sebesar 5,54 % menjadi 21,53 (konsentrat), namun dari hitungan nilai recovery pada subbab sebelumnya sebesar 44,92 % menunjukkan perlunya penyempurnaan proses konsentrasi, dengan pengaturan % solid dan homegenitas umpan bijih kromit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan telah dilakukannya penelitian ini, kami ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, khususnya FTKE yang telah membiayai dan Prodi Pertambangan yang mengizinkan penelitian ini dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Rowe, "Stainless Steel in Figures 2016," International Stainless Steel Forum (ISSF), Brussels, 2016.
- [2] U. Atalay and G. Ozbayoglu, "Beneficiation and Agglomeration of Chromite-It's Application in Turkey.," *Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, vol. 9, pp. 185-194, 1992.
- [3] Gu. F. and B. A. Wills, "Chromite-Mineral and Processing," *Minerals Engineering*, vol. 1, pp. 235-240, 1988.
- [4] ESDM and A. Mattalatta, "Undang-Undang Minerba No. 4 Tahun 2009," prokum.esdm.go.id, 2009.
- [5] Y. R. Murthy, S. K. Tripathy and C. R. Kumar, "Chrome Ore Beneficiation Challenges & Opportunities – A review," *Minerals Engineering*, vol. 24, pp. 375-380, 2011.
- [6] A. Holland-Batt, "Spiral separation : Theory and Simulation," *Trans IMM* , vol. 98, 1989.
- [7] A. Gupta and D. S. Yan, *An Introduction Mineral Processing Design And Operation*, Amsterdam: Elsevier, 2006.
- [8] J. Drzymala, "Mineral Processing Foundations of Theory And Practice," *Mineral Engineering*, vol. 32, 2007.
- [9] R. King, "Modeling and Simulation of Mineral Processing Systems," USA Boston, Butterworth-Heinemann, 2011.
- [10] A. Gaudin, *Principles of Mineral Dressing*. McGraw-Hill, New York, p. 436, 1939.
- [11] Metso, *Basics in Minerals Processing*, Metso Corporation, 2015.
- [12] R. B. Rao, B. Dasand and S. R. S. Sastri, "Improving Grade of Indian Chromite Ores by High Gradient Magnetic Separation.," in *Magnetic and Electrical Separation*, vol. 8, 1997, pp. 175-183.
- [13] Ernowo and P. Oktaviani, "Review Of Chromite Deposits Of Indonesia," *Buletin Sumber Daya Geologi*, 2010.