

KAJIAN TEKNIS PENGOLAHAN TIMAH PRIMER MENGUNAKAN *SHAKING TABLE* UNTUK PENINGKATAN KADAR DAN *RECOVERY* SN TB PRIMER BATU BESI KABUPATEN BELITUNG TIMUR

Seldi Herdiansyah¹, Irvani^{1,a}, dan Guskarnali¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung
Jalan KampusPeradaban, Balunujuk-Bangka, Bangka Belitung, 33172

^a *seldiherdian99@gmail.com*

ABSTRAK

Tambang Besar Primer Batu Besi PT Timah Tbk melakukan penambangan dan pengolahan timah primer endapan oxide clay, Skarn dan greisen di Kabupaten Belitung Timur. Proses pencucian menggunakan metode gravity concentration dengan alat shaking table yang dilakukan 2 tahap yaitu primary dan secondary. Penelitian ini dilatarbelakangi belum adanya standar baku pengoperasian shaking table dan masih menggunakan trial and error. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar Sn dan mineral penyusun feed serta menganalisis variasi pengaturan shaking table agar diperoleh kadar dan recovery Sn yang optimal. Penelitian ini menggunakan feed tipe oxide clay. Data primer yang digunakan yaitu berat output konsentrat, middling dan tailing. Berat feed yang digunakan setiap pengujian yakni 300 kg. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan variabel kemiringan pada alat primary dan secondary shaking table ($1,3^\circ$, $1,5^\circ$, $1,7^\circ$) dan variasi panjang pukulan (14 mm, 16 mm, 18 mm). Feed yang digunakan pada primary shaking table yaitu fresh feed dan pada secondary shaking table yaitu middling primary shaking table. Sampel feed dan produk shaking table dilakukan uji XRF dan XRD untuk mengetahui kadar unsur dan komposisi mineral. Analisa XRF menunjukkan kadar Sn pada feed yaitu 0,31%. Komposisi mineral penyusun feed berdasarkan uji XRD yaitu cassiterite, hematite, magnetite, shadlunite, geothite, shandite, quartz dan fluorite. kombinasi variabel yang optimal untuk primary shaking table yaitu kemiringan $1,5^\circ$ dan panjang pukulan 16 mm menghasilkan kadar Sn 8,302% dan recovery 25,16%. Pada secondary shaking table kombinasi variabel yang optimal yaitu kemiringan $1,7^\circ$ dan panjang pukulan 14 mm menghasilkan kadar Sn 10,59% dan recovery 30,64%.

Kata kunci: *oxide clay, shaking table, variabel operasi, kadar dan recovery*

PENDAHULUAN

PT Timah Tbk merupakan perusahaan pertambangan di Indonesia yang mengeksploitasi timah di Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, dan sekitarnya. Mereka memiliki beberapa unit dan anak perusahaan serta bermitra dengan beberapa mitra kerja. Salah satu unit mereka adalah Tambang Besar (TB) Primer Batu Besi, yang beroperasi di desa Burung Mandi Kecamatan Damar Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Proses pengolahan timah di TB Primer Batu Besi menggunakan ball mill untuk penggerusan dan shaking table untuk pencucian, sehingga memisahkan mineral berharga dari pengotor. Proses pemisahan bijih timah primer menggunakan shaking table dilakukan dalam dua tahap, yaitu primary untuk meningkatkan kadar feed dan mengurangi kehilangan mineral berharga, dan secondary untuk mendapatkan konsentrat dengan kadar Sn yang diinginkan dan perolehan yang tinggi.

Konsentrasi menggunakan shaking table dilakukan dalam 2 tahap. Pada tahap pertama, feed berasal dari ball mill dengan kandungan clay sebagai pengotor, sementara pada tahap kedua, feed berasal dari middling shaking table tahap pertama. TB Primer Batu Besi menggunakan shaking table dengan beragam riffle, yaitu riffle 60, 90, dan 110 pada tahap pertama, serta

riffle 110, 120, dan 138 pada tahap kedua. Namun, hasil perolehan kadar dan recovery tidak diketahui karena variasi penggunaan shaking table dengan jumlah riffle yang berbeda.

Tipe material feed di TB Primer Batu Besi terbagi menjadi tiga jenis, yaitu tipe skarn, greisen, dan oxide clay. Cadangan tipe oxide clay merupakan yang paling dominan dengan kadar rata-rata 0,3-0,5% (Wibowo, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini akan memfokuskan pada pengolahan dengan menggunakan shaking table riffle 138 dan feed tipe oxide clay dengan tujuan mencapai kadar Sn dan recovery yang optimal dalam penelitian berjudul Kajian Teknis Pengolahan Timah Primer Dengan Alat Shaking Table Untuk Peningkatan Kadar dan Recovery Sn di TB Primer Batu Besi Kabupaten Belitung Timur.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukandengan tahapan sebagai berikut:

1. Tahap pengumpulan data, pada tahap ini dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari pengaturan variabel alat shaking table, berat feed dan output pengolahan. Data sekunder terdiri dari prosedur penggunaan alat shaking table, spesifikasi alat, laporan Analisa XRF

- dan XRD, alur pengolahan di bidang pengolahan dan prosedur kerja di laboratorium PT Timah Tbk.
- Tahap pengayakan yang dilakukan untuk memisahkan material berdasarkan ukuran butir. Pengayakan akan dilakukan untuk material feed, konsentrat, middling dan tailing. Berat sampel yang akan dilakukan pengayakan yaitu 300 gr. Pengayakan akan dilakukan pada mesh #50, #70, #100, #140, #200, #230, #325, #400 dan +#400
 - Menghitung nilai kk dari feed oxide clay.
 - Analisis dengan metode X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) portable untuk mengetahui kadar dan komposisi unsur material feed oxide clay, konsentrat, middling dan tailing pada setiap fraksi.
 - Analisis dengan metode XRF Axios untuk mengetahui kadar dan komposisi unsur material feed oxide clay dan konsentrat.
 - Analisis akan dilakukan dengan metode XRD untuk mengetahui mineral liat yang terkandung secara kualitatif pada feed oxide clay dan konsentrat.
 - Menghitung recovery Sn yang diperoleh.
 - Melakukan analisis statistik dengan metode regresi linear untuk mengetahui pengaruh variabel shaking table terhadap perolehan kadar dan recovery.
 - Tahap tabulasi
 - Tahap mendeskripsikan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Mineral Feed Oxide Clay

1) Hasil Analisis Raw Material Fresh Feed Oxide Clay

Material yang digunakan pada pengolahan shaking table ini adalah material feed oxide clay yang didapatkan dari hasil penggerusan menggunakan ball mill. Material feed Oxide Clay dianalisis menggunakan metode XRF dan XRD di laboratorium eksplorasi PT Timah Tbk sehingga diketahui komposisi unsur dan mineral dalam material feed Oxide Clay.

Tabel 1. Komposisi Unsur Feed Oxide Clay Dengan XRF Portable

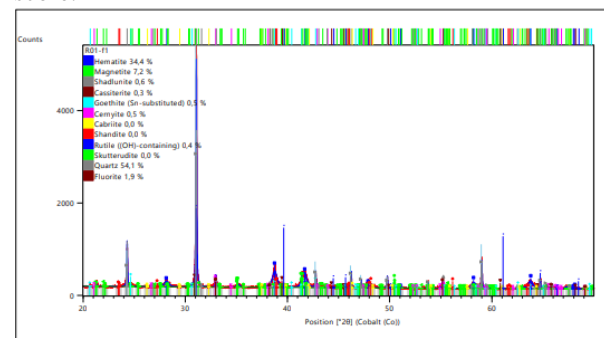
No	Unsur	Kadar (%)	No	Unsur	Kadar (%)
1	Al	3,1067	14	Rb	0,0114
2	Si	5,933	15	Sr	0,0023
3	P	0,025	16	Y	0,0024
4	S	0,117	17	Zr	0,0105
5	Cl	0,2447	18	Mo	0,0023
6	Ca	1,693	19	Ag	0,0521
7	Ti	0,1673	20	Sn	0,4348
8	V	0,0063	21	W	0,0328
9	Mn	0,8737	22	Pb	0,1038
10	Fe	24,6125	23	Bi	0,0193
11	Cu	0,1317	24	U	0,0019
12	Zn	0,0925	25	LE	62,1207
13	As	0,275			

Tabel 2. Komposisi Unsur Feed Oxide Clay Dengan XRF Axios

No	Unsur	Kadar (%)	No	Unsur	Kadar (%)
1	As	0,2146	19	Nd	0,0018
2	Ba	0,041	20	Ni	0,0065
3	Bi	0,0118	21	Pb	0,0891
4	Br	0,0009	22	Rb	0,0101
5	CaO	3,5198	23	Sb	0,0044
6	Cd	0,0007	24	Sc	0,0001
7	Ce	0,0115	25	Se	0,0002
8	Co	0,0051	26	Sn	0,3129
9	Cr	0,0142	27	Sr	0,002
10	Cu	0,1477	28	Te	0,0004
11	Fe ₂ O ₃	41,2582	29	Th	0,0015
12	Ga	0,0027	30	TiO ₂	0,501
13	Hf	0,0004	31	Tl	0,0014
14	I	0,0112	32	V	0,0139
15	La	0,0043	33	W	0,0873
16	Mn	1,4709	34	Y	0,0031
17	Mo	0,0026	35	Zn	0,0569
18	Nb	0,0011	36	Zr	0,0106

Kadar Sn feed oxide clay pada XRF portable yaitu 0,4348% sedangkan kadar pada XRF Axios Max yaitu 0,3129%. XRF portable dapat menentukan kadar pada 24 unsur dengan nilai Light Elemen (LE) mencapai 62,1207%, sedangkan pada XRF Axios tidak dihasilkan nilai LE.

Analisis XRD menggunakan program non-clay yang kemudian diolah menggunakan software high score.



Gambar 1. Komposisi mineral pada Feed shaking table primer

Hasil pengujian XRD pada gambar 1 menunjukkan bahwa mineral yang terdapat pada feed oxide clay yaitu hematite (34,4%), Magnetite (7,2%), Shadlunite (0,6%), cassiterite (0,3%), Geothite (Sn-substituted) (0,5%), Cernyite (0,5%), Rutile (oh)- containing (0,4%), Quartz (54,1%) dan Fluorite (1,9%).

2) Hasil Analisis Raw Material Feed Shaking Table Sekunder

Pengolahan tahap kedua digunakan untuk menaikkan recovery timah dari pemisahan tahap pertama yang belum sempurna, analisis terhadap feed menggunakan metode XRF dan XRD untuk mengetahui komposisi unsur dan mineral.

Tabel 3. Komposisi Unsur Feed Shaking Table Sekunder Dengan XRF-Portable

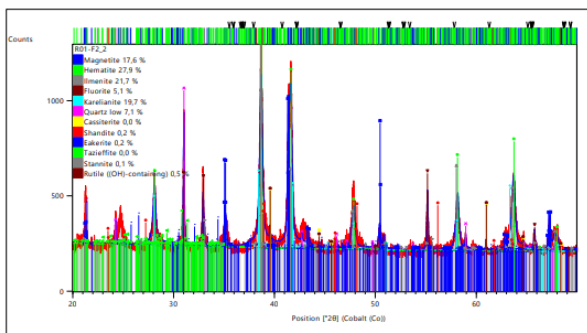
No	Unsur	Kadar (%)	No	Unsur	Kadar (%)
1	Al	2,2833	12	As	0,3673
2	Si	1,9127	13	Rb	0,0036
3	P	0,0243	14	Y	0,0034
4	S	0,1317	15	Zr	0,0109
5	Cl	0,143	16	Ag	0,0809
6	Ca	2,7685	17	Sn	0,8184
7	Ti	0,1055	18	W	0,0476
8	Mn	1,3457	19	Pb	0,1751
9	Fe	48,8417	20	Bi	0,0481
10	Cu	0,1423	21	LE	40,7667
11	Zn	0,1158			

Tabel 4. Komposisi Unsur Feed Shaking Table Sekunder Dengan XRF Axios Max

No	Unsur	Kadar (%)	No	Unsur	Kadar (%)
1	As	0,2984	18	Nd	0,0027
2	Ba	0,0662	19	Ni	0,0111
3	Bi	0,0186	20	Pb	0,1774
4	Br	0,0015	21	Rb	0,005
5	CaO	6,4894	22	Sb	0,0074
6	Ce	0,0172	23	Sn	0,6386
7	Co	0,0057	24	Sr	0,0024
8	Cr	0,0077	25	Te	0,0002
9	Cu	0,1801	26	Th	0,0013
10	Fe ₂ O ₃	70,9622	27	TiO ₂	0,3607
11	Ga	0,003	28	Tl	0,0027
12	Hf	0,0005	29	V	0,0161
13	I	0,0211	30	W	0,1738
14	La	0,0063	31	Y	0,0041
15	Mn	2,1399	32	Zn	0,0845
16	Mo	0,0032	33	Zr	0,0154
17	Nb	0,0014			

Pengujian menggunakan alat XRF portable dan XRF Axios Max memiliki hasil kadar yang berbeda. Kadar Sn feed oxide clay pada XRF portable yaitu 0,8184% sedangkan kadar pada XRF Axios Max yaitu 0,6386%. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa XRF portable dapat menentukan kadar pada 20 unsur dengan nilai LE yaitu 40,7667% hal ini berbeda dengan pengujian pada fresh feed oxide clay yang memiliki nilai LE 62,1207% dengan 24 unsur yang terdeteksi.

Analisis XRD menggunakan program non-clay yang kemudian diolah menggunakan Software High Score. Hasil pengujian kadar mineral dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi mineral pada Feed shaking table sekunder

Adapun mineral penyusun feed shaking table primer yaitu hematite (27,9%), magnetite (17,6%), ilmenite (21,7%), fluorite (5,1%), karelianite (19,7%), quartz (7,1%), shandite (0,2%), eakerite (0,2%), stannite (0,01%) dan rutile ((OH)-containing) (0,5%). Mineral penyusun yang sama yaitu hematite, magnetite, cassiterite, Rutile (oh)-containing, Quartz dan Fluorite.

Pengaturan Variabel Shaking Table Primer

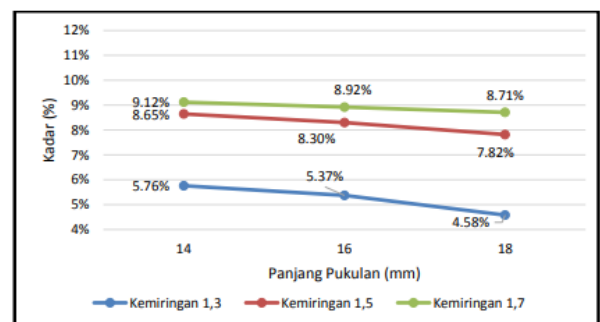
Pengaturan variabel operasi shaking table dilakukan dengan 3 variasi kemiringan meja dan panjang pukulan, sedangkan laju air pencuci dan laju feed tetap. Adapun Pengaturan pada alat primary shaking table dilakukan dengan 3 variasi sudut kemiringan yaitu 1,3o , 1,5o dan 1,7o dengan 3 variasi panjang pukulan yaitu 14 mm, 16 mm dan 18 mm.

Tabel 5. Hasil Pengaturan Operasi Shaking Table Primer

No uji	Kemiringan (°)	Panjang Pukulan (mm)	Kadar Sn feed (%)	Kadar Sn Konsentrat (%)	Recovery (%)
1	1,3	14	0,31	5,76	29,7
2	1,3	16	0,31	5,37	29,98
3	1,3	18	0,31	4,58	26,49
4	1,5	14	0,31	8,648	23,49
5	1,5	16	0,31	8,302	25,16
6	1,5	18	0,31	7,820	24,33
7	1,7	14	0,31	9,12	17,93
8	1,7	16	0,31	8,92	18,53
9	1,7	18	0,31	8,71	19,71

Kadar Sn tertinggi diperoleh pada kombinasi variabel kemiringan 1,7° dan panjang pukulan 14 mm yaitu sebesar 9,12% dan nilai recovery tertinggi diperoleh kemiringan 1,3° dan panjang pukulan 16 mm yaitu sebesar 29,98%. Sedangkan kadar Sn terendah diperoleh pada kombinasi kemiringan 1,3° dan panjang pukulan 18 mm yaitu sebesar 4,58% dan nilai recovery terendah diperoleh kemiringan 1,7° dan panjang pukulan 14 mm yaitu sebesar 17,93%.

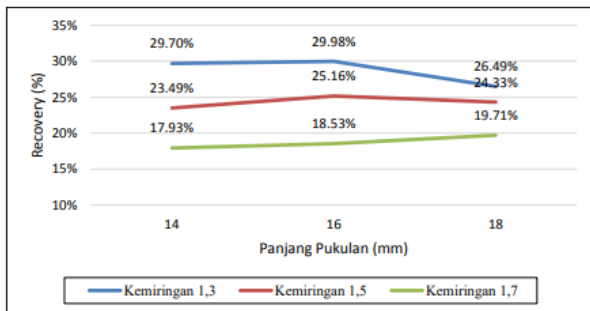
Adapun untuk mengetahui pengaruh Panjang pukulan shaking table dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik pengaruh panjang pukulan terhadap kadar Sn

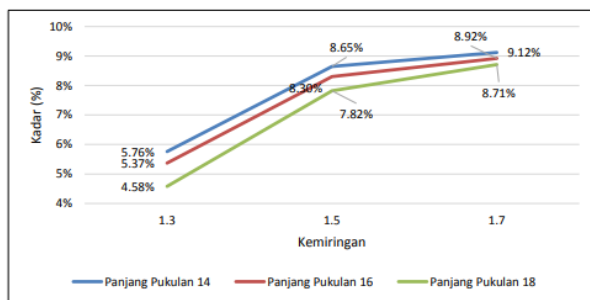
Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya panjang pukulan shaking table akan berdampak pada naiknya kadar dan recovery. Kadar Sn tertinggi terdapat pada panjang pukulan 14 mm dengan kadar Sn 9,302% dan kadar terendah terdapat pada Panjang pukulan 18 mm yaitu 4,760%. Nilai recovery tertinggi didapatkan pada variabel panjang pukulan 16

mm dengan nilai recovery sebesar 29,98% dan recovery terendah terdapat pada percobaan dengan panjang pukulan 14 mm dengan nilai recovery yaitu 18,28%. Semakin panjang pukulan maka jumlah pukulan pada meja akan semakin sedikit, hal ini akan menyebabkan semakin cepatnya pemisahan antara mineral cassiterite dari mineral pengotor.



Gambar 4. Grafik pengaruh panjang pukulan terhadap perolehan recovery Sn

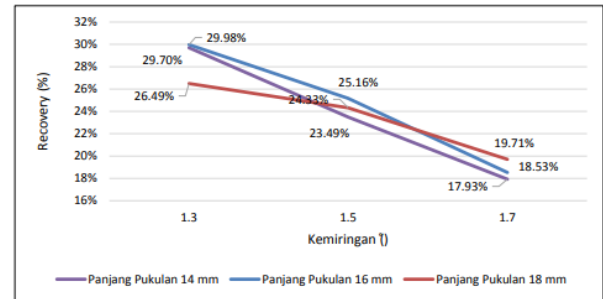
Kemiringan meja mempengaruhi perolehan berat dari konsentrat, middling dan tailing. Semakin tinggi kemiringan meja maka perolehan konsentrat dan middling juga akan berkurang.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Kemiringan Terhadap Kadar Sn

Kadar Sn tertinggi terdapat pada kemiringan 1,7° yaitu sebesar 9,302%. Kadar Sn terendah ditunjukkan pada pengaturan kemiringan 1,3° yaitu sebesar 6,83%. Grafik pada gambar 4 menunjukkan bahwa semakin kecil kemiringan shaking table maka kadar Sn relatif mengalami penurunan. Kemiringan shaking table yang semakin kecil menyebabkan berat konsentrat semakin tinggi karena gaya gravitasi yang bekerja pada material semakin besar. Akibatnya, mineral berharga memiliki peluang yang semakin kecil untuk tertahan di antara sela-sela riffle. Sebagai hasilnya, material pengotor banyak bergerak menuju zona konsentrat, sementara material berharga masuk ke dalam zona middling dan tailing.

Sudut kemiringan shaking table mempengaruhi perolehan kadar Sn dan recovery, dimana semakin besar sudut kemiringan yang digunakan maka kadar Sn pada konsentrat yang dihasilkan relatif besar sedangkan semakin kecil sudut kemiringan yang digunakan maka kadar Sn pada konsentrat yang dihasilkan relatif semakin kecil.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Kemiringan terhadap recovery Sn

Berdasarkan grafik pengaruh di atas, diketahui bahwa perolehan berat Sn tidak begitu signifikan dengan kenaikan recovery. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan Wills (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai recovery mengakibatkan semakin rendahnya nilai kadar Sn pada konsentrat, yang dihasilkan begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai recovery yang dihasilkan maka semakin tinggi kadar Sn pada konsentrat yang dihasilkan.

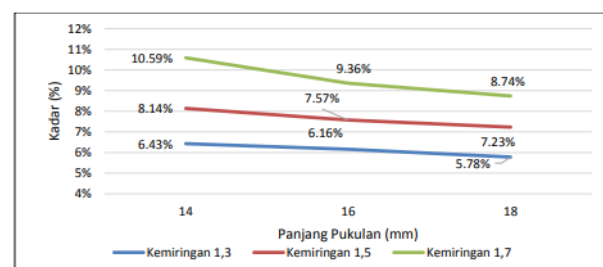
Pengaturan Variabel Shaking Table Sekunder

Berdasarkan analisis XRF Axios Max (Lampiran D) dan perhitungan variabel didapatkan hasil dari variasi kemiringan meja dan panjang pukulan berupa kadar Sn konsentrat pada proses pencucian dengan alat shaking table sekunder dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Output Shaking Table Sekunder

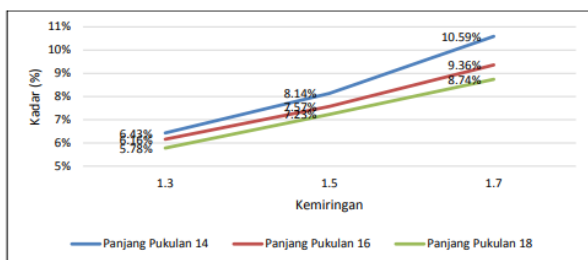
No uji	Kemiringan (°)	Panjang Pukulan (mm)	Kadar Sn feed (%)	Kadar Sn Konsentrat (%)	Recovery (%)
1	1,3	14	0,64	6,43	33,03
2	1,3	16	0,64	6,14	32,89
3	1,3	18	0,64	5,74	32,4
4	1,5	14	0,64	8,14	30,38
5	1,5	16	0,64	7,64	30,03
6	1,5	18	0,64	7,23	29,62
7	1,7	14	0,64	10,59	30,64
8	1,7	16	0,64	9,36	28,83
9	1,7	18	0,64	8,74	28,47

Kadar Sn tertinggi diperoleh pada kombinasi variabel kemiringan 1,7° dan panjang pukulan 18 mm yaitu sebesar 10,59% dan nilai recovery tertinggi diperoleh kemiringan 1,3° dan panjang pukulan 14 mm yaitu sebesar 33,03%. Sedangkan kadar Sn terendah diperoleh pada kombinasi kemiringan 1,3° dan panjang pukulan 18 mm yaitu sebesar 5,74% dan nilai recovery terendah diperoleh kemiringan 1,7° dan panjang pukulan 18 mm yaitu sebesar 28,47%. Pengaturan operasi shaking table primer bertujuan agar hasil kadar yang didapat mencapai Sn ±8%.



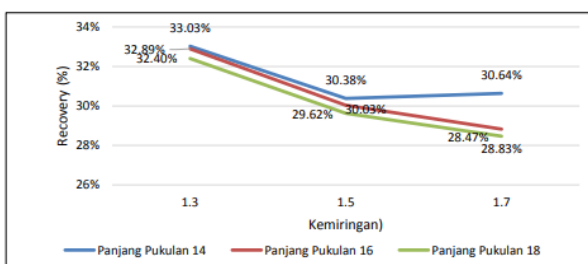
Gambar 7. Grafik pengaruh Panjang pukulan terhadap kadar Sn

Hasil dengan kadar Sn $\pm 8\%$ dan recovery tertinggi diperoleh pada percobaan ke 7 dengan kombinasi kemiringan $1,7^\circ$ dan Panjang pukulan 14 yaitu menghasilkan kadar 10,59% dengan recovery 30,64%.



Gambar 8. Grafik pengaruh Kemiringan terhadap kadar Sn

Kadar Sn tertinggi terdapat pada kemiringan $1,7^\circ$ yaitu sebesar 10,59%, Kadar Sn terendah ditunjukkan pada pengaturan kemiringan $1,3^\circ$ yaitu sebesar 5,74%.



Gambar 9. Grafik pengaruh Kemiringan terhadap recovery

Pada Gambar 9 diketahui bahwa semakin tinggi kemiringan meja shaking table maka recovery yang dihasilkan semakin kecil, hal ini dikarenakan konsentrat yang dihasilkan akan semakin sedikit. Pada kemiringan $1,3^\circ$ recovery yang dihasilkan berkisar pada 32-33% sedangkan pada kemiringan $1,5^\circ$ recovery turun menjadi 29-31% dan pada kemiringan $1,7^\circ$ recovery menjadi 27-30%. Penurunan kemiringan bak konsentrat akan meningkatkan berat material yang masuk, mengakibatkan peningkatan jumlah konsentrat yang dihasilkan. Sesuai teori Wills (2016), peningkatan recovery akan menyebabkan penurunan kadar Sn dalam konsentrat yang dihasilkan, dan sebaliknya, penurunan recovery akan meningkatkan kadar Sn dalam konsentrat yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada bab hasil dan pembahasan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Feed oxide clay tersusun oleh mineral cassiterite, hematite, magnetite, shadlunite, geothite, shandite, kuarsa dan fluorite. Feed oxide clay memiliki kadar Sn 0,31% dan persentase kadar unsur lainnya (Fe, LE, Al, Si, Mn, S, Ca, Ti, Cu, Zn, As, dan Pb) sebesar $<1\%$ - 54,26%.
2. Kombinasi variabel shaking table primer dengan kemiringan $1,5^\circ$ dan panjang pukulan 16 mm merupakan variabel paling optimal yaitu kadar Sn 8,302% dan recovery tertinggi 25,16%.
3. Pengaturan variabel shaking table sekunder dengan kemiringan $1,7^\circ$ dan panjang pukulan 14 mm merupakan variabel paling optimal, karena menghasilkan persentase kadar Sn yang memenuhi

standar perusahaan ($\pm 8\%$) yaitu 10,59 serta nilai recovery tertinggi 30,64%.

REFERENSI

- Baharuddin, S., (1995). Peta Geologi Lembar Belitung, Sumatera: Pusat Penelitian dan pengembangan Geologi.
- Burt, R.O., (1984). Gravity Concentration Technology. New York: Elsevier.
- Curie, J.M., (1994). Unit Operations of Mineral Processing, British Columbia Institute of Technology, Bumaby.
- Danisworo., (1994). Sifat-sifat Fisik Mineral Penuntun Praktikum Kristografi dan Mineralogi. Yogyakarta: Universitas Padjajaran.
- Fauzan, D., (2019). Pengaruh variabel Shaking Table Terhadap kadar dan Recovery Pencucian Bijih Timah Primer PT Menara Cipta Mulia. Jurnal Mineral. Volume III ISSN: 2540 – 7708.
- Gaudin, A.M., (1939). Principles of Mineral Dressing. New York: McGraw Hill Book Company.
- Hakim, L., Dirgantara, M., dan Nawir, M., (2019). Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) di Kota Palangkaraya. Jurnal Jejaring Matematika dan Sains. Volume 1, Nomor 1: 44 – 51
- Hakim, L., (1997). Studi Pemodelan Matematika Sederhana Operasi Meja Goyang Merk Denver Model No. 15-5 Concenco Rougher Menggunakan metode Least squares. Bandung: Teknik Pertambangan ITB.
- Kelly, G., dan Spottiswood, D.J., (1982). Introduction to Mineral Processing. New York: John Willey & Sons.
- Mulyono, Sukadi, Sihono, Rosidi dan Irianto., (2012). Kalibrasi Tenaga dan Standar menggunakan Alat X-Ray Fluorescence (XRF) untuk Analisis Unsur Zirkonium Dalam Mineral. Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir. ISSN: 1410 – 8178.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M. dan Darminto., (2012). Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas (CaCo₃ Dan SiO₂). Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya. Volume 2, Nomor 1, ISSN: 2087-9946.
- Ngadenin, N., Indrastomo, F.D., Karunianto, A.J., dan Rakhma, E., (2017). Geologi dan Identifikasi Cebakan Bijih di Daerah Batu Besi Belitung Timur. Jurnal Eksplorium Volume 38 Nomor 1. ISSN 0854-1418.
- Richma, A., (2013). Manual Book Dasar Teori Bahan Galian. Jawa Barat: Institut Teknologi Bandung.
- Wibowo, A.P., (2018). Fisibility Study Tambang Batu Besi Belitung Timur, Bandung: Lapi ITB.
- Setiabudi, A., Hardian, R. dan Mudzakir, A., (2012). Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia. UPI PRESS.
- Taggart, A. F., (1976). Handbook of Mineral Dressing Ores and Industrial Minerals. Toronto: New York. Chicester. Brisbane.
- Wills, B.A., (2016). Will's Mineral Processing Technology (8th ed.). Waltham: Elsevier Ltd.