

Uji Kadar *Cassiterite* pada Pasir Sisa Hasil Pengolahan di Tambang Kecil Perusahaan 2.6 Air Gemuruh PT Timah Tbk.

Humaira Sabrina*, Adree Octova

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

* humairasabrina23@gmail.com

Abstrak. Kegiatan penambangan timah di Tambang Kecil (TK) 2.6 Air Gemuruh dilakukan dengan menggunakan metode tambang terbuka, selain itu TK 2.6 Air Gemuruh juga melakukan pengolahan kembali pasir sisa hasil pengolahan dari unit Balai Pengolahan Mineral (BPM) Muntok. Pada proses pencucian bijih timah menggunakan *sluice box* dan *shaking table*, tentunya masih terdapat kemungkinan adanya timah yang terbuang (*loose*). Pada penelitian ini dilakukan pengujian kadar *cassiterite* untuk mengetahui kadar *cassiterite* yang terkandung pada sisa hasil pengolahan TK 2.6 Air Gemuruh dengan menggunakan uji *Grain Counting Analysis (GCA)* dan *XRF*. Dari hasil uji *GCA* didapatkan bahwa kadar Sn pada sisa hasil pencucian *shaking table* sebesar 1,85%, dan kadar Sn pada sisa hasil pencucian *sluice box* sebesar 0,76%, sedangkan hasil pengujian *XRF* didapatkan kadar Sn sisa hasil pencucian *shaking table* sebesar 1,388%, dan kadar Sn pada sisa hasil pencucian sebesar 0,6729%. Berdasarkan hal tersebut, proses pencucian menggunakan *sluice box* dan *shaking table* belum optimal karena perusahaan memiliki standar kadar Sn pada sisa hasil pengolahan sebesar 0,3%.

Kata kunci: *cassiterite*, kadar, tailing, *XR*, *GCA*

Abstract. Tin mining activities at the Small Mine (TK) 2.6 Air Gemuruh are carried out using the open-pit mining method, apart from that, TK 2.6 Air Gemuruh also re-processes the remaining sand from the Muntok Mineral Processing Center (BPM) unit. In the process of washing tin ore using a *sluice box* and *shaking table*, of course there is still a possibility that tin will be wasted (*loose*). In this research, *cassiterite* content testing was carried out to determine the *cassiterite* content contained in the residue resulting from TK 2.6 Gemuruh Air processing using the *Grain Counting Analysis (GCA)* and *XRF* tests. From the *GCA* test results, it was found that the Sn content in the remaining results from *shaking table* washing was 1.85%, and the Sn content in the remaining results from *sluice box* washing was 0.76%, while the *XRF* test results showed that the Sn content remaining from *shaking table* washing was 1.388%, and the Sn content in the remaining washing results was 0.6729%. Based on this, the washing process using a *sluice box* and *shaking table* is not optimal because the company has a standard Sn content in the remaining processing results of 0.3%.

Keywords: *cassiterite*, grade, tailings, *xrf*, grain counting analysis

Tanggal Diterima: 27/08/2024; Tanggal Direvisi: 30/08/2024; Tanggal Disetujui: 30/08/2024; Tanggal Dipublikasi: 30/08/2024

1. Pendahuluan

Kegiatan penambangan di PT. Timah Tbk, Unit produksi Darat Bangka, berlokasi di Tambang Kecil (TK) 2.6 Air Gemuruh dilakukan dengan metode penambangan terbuka (*open pit mining*). Proses penambangan timah *alluvial* menggunakan pompa semprot (*gravel pump*). Hal ini berdasarkan faktor pertimbangan seperti keterdapatannya endapan bijih timah yang relatif horizontal terhadap bidang perlapisan, bentuk material endapan bijih timah yang umumnya berbentuk pasir dimana keterdapatannya juga berada dalam suatu lapisan yang sudah terliberasi sempurna, sifat fisik material bijih/mineral timah yang cenderung lebih berat dibandingkan dengan mineral pengikat lainnya, dan lapisan endapan timah umumnya berada pada kedalaman tertentu.

Peralatan yang digunakan untuk pengupasan tanah penutup adalah *excavator*, serta untuk penambangannya menggunakan Mesin Pompa Semprot (MPS) dan Mesin Pompa Tanah (MPT), sesuai dengan sifat fisik endapan dan materialnya digunakan dengan cara penyemprotan untuk memberaikan endapan tersebut yang

selanjutnya akan terbawa bersama dengan air mengalir menuju lubang penampungan dan kemudian *feed* tersebut dicuci di *shakan* untuk mendapatkan *ore* timah dengan kadar 40%.

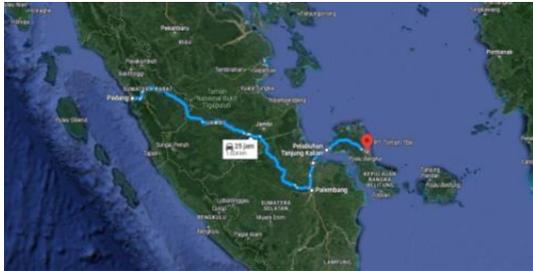
Dalam proses pencucian di *shakan* dan *shaking table* tentunya masih terdapat timah yang terbuang (*loose*). Berdasarkan hal itu, perlu diketahui kadar *cassiterite* yang terkandung dalam Sisa Hasil Produksi (SHP) TK 2.6 Air Gemuruh. Untuk mengetahui kadar *cassiterite* dalam sisa hasil produksi pada proses pencucian di *shakan* dan *shaking table*, peneliti menggunakan uji *Grain Counting Analysis (GCA)* dan *X-ray fluorescence (XRF)*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Lokasi dan Kesempaian Daerah

PT Timah Tbk. berlokasi di Jalan Jendral Sudirman No. 51 Pangkal Pinang, Bangka Belitung serta terletak pada koordinat 106° 06' 45" dan 02° 06' 51". Untuk mencapai lokasi Praktik Lapangan Industri (PLI) tersebut dapat dicapai dari Universitas Negeri Padang dengan rute sebagai berikut: Dari Kota Padang melakukan perjalanan darat

menggunakan bus menuju Kota Palembang, selama ±24 jam. Dari Kota Palembang menggunakan mobil minibus menuju Pelabuhan Tanjung Api-api selama ±2,5 jam. Dari Pelabuhan Tanjung Api-api melakukan perjalanan laut dengan menggunakan kapal ke Pelabuhan Tanjung Kalian (Muntok) ±3,5 jam dan dari Pelabuhan Tanjung Kalian melakukan perjalanan darat menggunakan mobil menuju kantor pusat PT Timah Tbk. ± 4 jam.



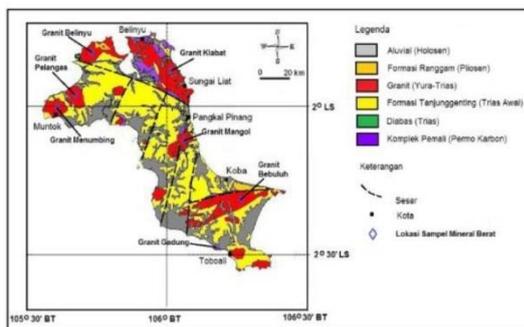
Gambar 1. Lokasi dan Kesampaian Daerah PT Timah Tbk.

2.2 Kondisi Geologi dan Stratigrafi

2.2.1 Kondisi Geologi

Tempat penelitian adalah wilayah yang mengalami stadia erosi tingkat lanjut, yang ditunjukkan oleh keadaan umum yang relatif datar dan sisa bukit erosi. Bukit-bukit yang tersisa dari erosi tersebut terdiri dari batuan granit yang membeku, yang biasanya terletak di bagian tepi Pulau Bangka. [1]

Struktur sesar, kekar ditemukan dalam arah yang bervariasi, tetapi kecenderungannya mempunyai arah utara selatan, menyebutkan pulau Bangka terdapat beberapa sesar yang umurnya berarah timur laut–barat daya sampai utara–selatan. Sesar utama berarah N 30° E memotong granit klabat ke selatan sepanjang 3 km. Sesar utama ini tampak sebagai kelurusan 50 km. [2]



Gambar 2. Peta Geologi Regional Pulau Bangka [3]

2.2.2 Kondisi Stratigrafi

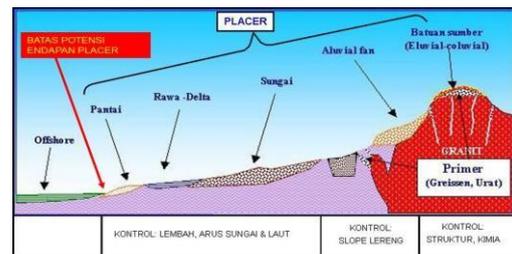
Menurut Sucipta secara stratigrafi regional pulau Bangka tersusun oleh beberapa formasi atau satuan batuan secara urut dari muda ke tua sebagai berikut: Aluvium (*Qa*), Endapan Rawa (*Qs*), Formasi Ranggam (*TQr*), Granit Klabat (*TRJkg*), Formasi Tanjunggending (*TRt*), Diabas Penyabung (*PTRD*) dan Komplek Pemali (*CPP*). [4]

UMUR	KETE BALAN	SIMBOL LITOLOG	BATUAN SEDIMEN	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	BATUAN BEKU
NEOZOIKUM	HOLOSEN	[Symbol]	Aluvium tersusun oleh bongkah, kerikal, kerikil, pasir, lumpur dan gambut.		
	PLIOSEN	1500m	Formasi Ranggam tersusun oleh perselingan batupasir, batulempung dan batulempung tufan dengan sisipan batulanau dan bahan organik.	Fluvial-Transisi	
MESOZOIKUM	TRIAS	2500m 12500m	Formasi Tanjunggending tersusun oleh perselingan batupasir malih, batupasir, batupasir lempungan dan batulempung lensa batugamping, setempai dijumpai oksida besi. Diterobos oleh Granit Klabat.	Laut Dangkal	Granit Klabat, tersusun oleh batuan beku intrusif berupa Granit, granodiorit, andesit, diorit dan diorit kuarsa, setempai dijumpai retas apilit dan pegmatit.
	PERMI		Kompleks Pemali merupakan batuan dasar yang terdiri dari filit dan sekis dengan sisipan kuarsit dan lensa batugamping, dan diterobos oleh Diabas Penyabung dan Granit Klabat.		Diabas Penyabung, tersusun atas diabas, memerosi. Kompleks Pemali dan diterobos oleh Granit Klabat.
PALEOZOIKUM	KARBON				

Gambar 3. Stratigrafi Pulau Bangka [5]

2.3 Pembentukan Timah

Timah terbentuk sebagai endapan primer pada batuan granit dan pada daerah sentuhan batuan endapan metamorf yang biasanya berasosiasi dengan *turmalin* dan urat kuarsa timah, serta sebagai endapan sekunder, yang di dalamnya terdiri dari endapan *aluvium*, *eluvial*, dan *koluvium*. [6]



Gambar 4. Proses Terbentuknya Timah

2.4 Penambangan Bijih Timah

Beberapa metode yang digunakan untuk penggalian tanah atas dalam kegiatan penambangan timah yaitu metode *excavator-excavator*, metode *excavator bulldozer*, metode *excavator*, *dump truck* dan *bulldozer*. [7]

Tambang semprot adalah tambang terbuka yang termasuk dalam kategori *hydraulic* tambang *alluvial* diterapkan pada endapan-endapan *alluvial* dengan memanfaatkan air untuk pembersihan dan pengangkutan. [8]

2.5 Pencucian Bijih Timah

Proses pencucian bijih dilakukan di lokasi tambang untuk mendapatkan konsentrat dengan kadar yang lebih tinggi dari semula. Tujuan dilakukan pencucian bahan galian yaitu: meningkatkan kadar dan harga jual bahan galian mineral berharga dengan mineral ikutannya, mengurangi hilangnya jumlah mineral berharga dan mengurangi biaya pengangkutan. Alat yang biasanya digunakan untuk pencucian bijih timah yaitu *sakan* dan *shaking table*. [9]

2.6 Sisa Hasil Pengolahan (SHP)

Sisa hasil pengolahan merupakan suatu jenis limbah yang dihasilkan oleh aktivitas penambangan, SHP dalam aktivitas penambangan tidak dapat dihindari. SHP pada umumnya masih memiliki mineral-mineral yang berharga. [10]

Sisa hasil pengolahan pada kegiatan penambangan di PT. Timah Tbk umumnya masih mengandung mineral ikutan. Mineral-mineral yang terkandung dalam SHP, baik mineral utamanya (*cassiterite*) maupun mineral ikutannya, merupakan mineral yang memiliki nilai ekonomis apabila dimanfaatkan.

2.7 Mineral Ikutan Timah

Mineral adalah bahan anorganik padat yang terbentuk secara alami dengan komposisi kimia tertentu dan struktur kristal yang teratur. *Cassiterite* adalah mineral utama yang terkandung di dalam timah. Selain itu, ada mineral lain yang terkandung dalam timah, seperti pirit, kuarsa, zirkon, ilmenit, galena, bismut, arsenik, stibnit, kalkopirit, xenotime, dan monazit. [11]

2.8 Grain Counting Analysis

Grain adalah butiran, sedangkan *Counting* adalah menghitung butiran mineral. *Grain Counting* merupakan suatu metode yang digunakan untuk melihat kadar sampel baik berupa konsentrat mineral berat sayat tipis ataupun sayatan poles. Perhitungan *grain counting* yaitu dengan cara melihat perbandingan antara persen volume dari suatu mineral tertentu terhadap jumlah mineral secara keseluruhan.

Tujuan dilakukan analisis *grain counting* ini untuk mengetahui mineral-mineral logam yang memiliki nilai densitas lebih besar dibanding mineral pengotor. Untuk mendapatkan mineral berat dapat dilakukan pengkonsentrasian mineral berat seperti flotasi, jig, atau cara yang lebih sederhana seperti pendulangan.

$$\% \text{ Volume} = \frac{\text{Jumlah Cassiterite} \times \text{Berat Jenis}}{\text{Total Jumlah} \times \text{Berat Jenis}}$$

$$\% \text{ Berat} = \frac{\text{Gram Fraksi}}{\text{Total Gram}} \times \% \text{ Volume}$$

2.9 X-Ray Fluorescence (XRF)

X-Ray Fluorescence (XRF) yaitu teknik analisis non-destruktif yang bertujuan untuk mengidentifikasi serta menentukan konsentrasi unsur yang ada dalam sampel padat, bubuk maupun cair. Hasil dari analisis unsur menggunakan *XRF* adalah analisis unsur dari sampel tersebut. Pada umumnya, pengukuran *XRF spectrometer* ini melibatkan panjang gelombang komponen material individu yang dihasilkan oleh sampel melalui radiasi sinar-X.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif yang menggunakan data yang dapat diukur dan dianalisis secara statistik.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian dimulai dengan studi literatur dan pengambilan data. Studi literatur adalah proses

meninjau dan menganalisis literatur atau penelitian sebelumnya mengenai topik tertentu. Data yang diambil harus akurat, benar, dan lengkap, dan relevan dengan topik penelitian. Data primer dan sekunder diperoleh dari PT Timah Tbk.

3.3 Teknik Pengolahan Data

3.3.1 Teknik Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah studi literatur dan penelitian lapangan selesai. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder, yang diperoleh melalui pengamatan, identifikasi faktor penyebab masalah, penerapan tindakan perbaikan, dan evaluasi hasil. Pengambilan data primer dilakukan berupa pengambilan sampel dengan metode *grab sampling* menggunakan pipa. Sampel yang diambil adalah sampel dari sisa hasil pencucian *sakhan* dan sisa pencucian *shaking table*. Sedangkan pengambilan data sekunder dilakukan berupa pengambilan peta situasi lapangan.

3.3.2 Analisis Data

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data dan analisis sehingga didapatkan hasil analisis dan pembahasannya. Berikut analisis yang dilakukan:

1. Melakukan preparasi sampel *GCA* dan *XRF*.
2. Menguji dan menganalisis sampel menggunakan metode analisis *GCA*.
3. Menguji dan menganalisis sampel menggunakan metode analisis *XRF*.

3.3.3 Hasil

Tahap ini dicapai setelah melakukan korelasi antara hasil pengolahan data dengan masalah yang diteliti, serta mengetahui kadar yang terkandung di dalam sampel sisa hasil pengolahan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Uji *GCA*

Penelitian dilakukan dengan menganalisis sampel dari sisa hasil pengolahan *sakhan* dan *shaking table* pada tabel berikut.

4.1.1 Sampel *Shakan*

Tabel 1. Jumlah Mineral Sampel *Shakan*

No.	Kode Sampel	Mineral	Fraksi		
			#48 (%)	#100 (%)	#-100 (%)
1	Sakhan	<i>Cassiterite</i>	3	0	2
		<i>Ilmenite</i>	10	14	29
		<i>Quartz</i>	90	120	135

Analisis *Grain Counting Analysis* menggunakan mikroskop binokuler. Dari hasil pengamatan didapatkan mineral *cassiterite* pada fraksi #48 sebanyak 1 mineral *cassiterite*, pada fraksi #100 2 mineral *cassiterite*, pada fraksi #-100 2 mineral *cassiterite*.

Tabel 2. Perhitungan Uji *GCA Sakan*

Mineral	Cassiterite
Berat Jenis (BJ)	6,9
Fraksi #48	12,83 gram
Jumlah Butir	3
Jml Butir × BJ	20,70
% Volume	6,38
% Berat	0,79
Fraksi #100	83,24 gram
Jumlah Butir	0
Jml Butir × BJ	-
% Volume	-
% Berat	-
Fraksi #-100	7,18 gram
Jumlah Butir	2
Jml Butir × BJ	13,80
% Volume	2,41
% Berat	0,17

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan metode *Grain Counting Analysis* dapat dilihat pada tabel, *sample sakan* mempunyai berat awal 103,25 gram, didapatkan berat pada fraksi #48 12,83 gram, fraksi #100 83,24 gram, dan fraksi #-100 7,18 gram.

Tabel 3. Hasil Uji *GCA Shakan*

No.	Kode Sampel	Mineral	Fraksi		
			#48 (%)	#100 (%)	#-100 (%)
1	<i>Shakan</i>	<i>Cassiterite</i>	0,79	0	0,17
Total			0,76%		

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan metode *Grain Counting Analysis* dapat dilihat pada tabel, *sample shakan* memiliki kadar Sn 0,76%.

4.1.2 Shaking Table

Tabel 4. Jumlah Mineral Sampel *Shaking Table*

No.	Kode Sampel	Mineral	Fraksi		
			#48 (%)	#100 (%)	#-100 (%)
1	<i>Shaking Table</i>	<i>Cassiterite</i>	1	2	2
		<i>Ilmenite</i>	21	56	69
		<i>Quartz</i>	75	98	89

Analisis *Grain Counting Analysis* menggunakan mikroskop binokuler. Dari hasil pengamatan di dapatakan mineral *cassiterite* pada fraksi #48 sebanyak 1 mineral *cassiterite*, pada fraksi #100 sebanyak 2 mineral *cassiterite*, dan pada fraksi #-100 sebanyak 2 mineral *cassiterite*.

Tabel 5. Perhitungan Uji *GCA Shaking Table*

Mineral	Cassiterite
Berat Jenis (BJ)	6,9
Fraksi #48	46,26 gram
Jumlah Butir	1
Jml Butir × BJ	6,90
% Volume	2,11%
% Berat	0,24%
Fraksi #100	288,2 gram
Jumlah Butir	2
Jml Butir × BJ	13,80
% Volume	2,44
% Berat	1,73
Fraksi #-100	71,86 gram
Jumlah Butir	2
Jml Butir × BJ	13,80
% Volume	2,12
% Berat	0,37

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan metode *Grain Counting Analysis* dapat dilihat pada tabel, *sample shaking table* mempunyai berat awal 406,32 gram, didapatkan berat pada fraksi #48 46,26 gram, fraksi #100 288,20 gram, dan fraksi #-100 71,86 gram.

Tabel 6. Hasil Uji *GCA Shaking Table*

No.	Kode Sampel	Mineral	Fraksi		
			#48 (%)	#100 (%)	#-100 (%)
1	<i>Shaking Table</i>	<i>Cassiterite</i>	0,24	1,73	0,37
Total			1,85%		

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan metode *Grain Counting Analysis* dapat dilihat pada tabel, *sample shaking table* memiliki kadar Sn 1,85%.

4.2 Uji XRF

Metode *X-Ray Fluorescence (XRF)* digunakan sebagai metode alternatif untuk menganalisis kandungan unsur. Alat *XRF* yang digunakan yaitu *XRF Vanta Olympus C series*. Penelitian dilakukan dengan menganalisis sampel dari sisa hasil pengolahan *sakan* dan *shaking table* pada tabel berikut.

4.2.1 Sakan

Tabel 7. Berat Sampel *Sakan*

Sieve Size	Weight Retained	Pasing	% Cummulative
Mesh	Gram	%	Retained Pasing
48	12,83	12,43	87,5
100	83,24	80,62	6,95
-100	7,18	6,95	0,00

Sieve Size	Weight Retained	Pasing	% Cumulative		
Mesh	Gram	%	%	Retained	Pasing
Total	103,25	100			

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa sampel *sakhan* diperoleh berat dari masing-masing fraksi, untuk berat awal 103,25 gram didapatkan berat pada setiap fraksi yaitu pada fraksi 48 *mesh* didapatkan berat 12,83 gram, 100 *mesh* didapatkan 83,24 gram, -100 *mesh* didapatkan 7,18 gram.

Tabel 8. Hasil Uji XRF Sakhan

No.	Sampel	Fraksi	Kadar Sn (%)			Rata-rata (%)
			T ₁	T ₂	T ₃	
1	Sakhan	48	0,4	0,40	0,40	0,4046
		100	0,44	0,45	0,43	0,4451
		-100	1,09	1,29	1,11	1,169
Total						0,6729

Dapat dilihat pada tabel bahwa hasil analisis sampel *sakhan* menggunakan XRF diperoleh nilai tertinggi Sn pada fraksi -100 *mesh* dengan kadar 1,169% sedangkan nilai kadar terendahnya pada fraksi 48 *mesh* dengan kadar 0,4046%.

4.2.2 Shaking Tabel

Tabel 9. Berat Sampel Shaking Table

Sieve Size	Weight Retained	Pasing	% Cumulative		
Mesh	Gram	%	%	Retained	Pasing
48	46,26	11,39	88,61	11,39	88,61
100	288,20	70,93	17,69	82,31	17,69
-100	71,86	17,69	0,00	100,00	0,00
Total	406,3	100			

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa sampel *shaking table* diperoleh berat dari masing-masing fraksi, untuk berat awal 406,32 gram didapatkan berat pada setiap fraksi yaitu pada fraksi 48 *mesh* didapatkan berat 46,26 gram, 100 *mesh* didapatkan 288,20 gram, dan -100 *mesh* didapatkan 71,86 gram.

Tabel 10. Hasil Uji XRF Shaking Table

No.	Sampel	Fraksi	Kadar Sn (%)			Rata-rata (%)
			T ₁	T ₂	T ₃	
1	Shaking Table	48	0,84	0,86	0,84	0,855
		100	0,98	1,00	0,93	0,976
		-100	2,42	2,70	1,87	2,333
Total						1,388

Dapat dilihat pada tabel bahwa hasil analisis sampel *shaking table* menggunakan XRF diperoleh nilai tertinggi Sn pada fraksi -100 *mesh* dengan kadar 2,333% sedangkan nilai kadar

terendahnya pada fraksi 48 *mesh* dengan kadar 0,855%.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut: Pengujian kadar *cassiterite* dilakukan dengan mengambil sampel sisa hasil pencucian dari *sakhan* dan *shaking table*. Pengujian dilakukan menggunakan metoda GCA dan XRF, sebelum proses pengujian sampel dipreparasi terlebih dahulu dan diayak menggunakan *sieve shaker* dan dibagi menjadi 3 fraksi yaitu *mesh* 48, *mesh* 100 dan *mesh* -100. Lalu dilakukan uji GCA dan XRF. Dari hasil pengujian GCA didapatkan bahwa kadar Sn pada sisa hasil pencucian *shaking table* sebesar 1,85%, dan kadar Sn pada sisa hasil pencucian *sakhan* 0,76%. Sedangkan hasil pengujian XRF didapatkan kadar Sn sisa hasil pencucian *shaking table* sebesar 1,388% dan kadar Sn pada sisa hasil pencucian sebesar 0,6729%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu ditingkatkan K3 di area penambangan, seperti penggunaan Alat Pelindung Diri yang lengkap baik bagi para pekerja maupun orang yang memasuki area penambangan agar terhindar dari kecelakaan kerja. Peningkatan K3 dapat dilakukan dengan cara melakukan sosialisasi dan pengawasan di area penambangan.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan kelayakan ekonomis sisa hasil produksi dan settingan alat agar *mineral losses* sisa pencucian dapat dikurangi.

Referensi

- [1] Katili, J. A. 1967. *Structure and age of the Indonesian tin belt with special reference to Bangka. Tectonophysics*, 4(4-6), 403-418.
- [2] Lubis, I. A. 2009. *Teknik Penambangan Timah Alluvial*. Bangka: PT Timah Tbk
- [3] Ngadenin, N., Syaeful, H., Widana, K. S., & Nurdin, M. 2014. *Potensi Thorium dan Uranium di Kabupaten Bangka Barat*. Eksplorium, 35(2), 69-84.
- [4] Soengeng Waluyo HS, & Sucipta (2012). Review of regional geology of Bangka Belitung Islands for disposal site candidate for NPP radioactive waste. In KA Zaini Thorsin (Ed.). Proceedings Seminar on Nuclear Geology and Mining Resources, (p. 418). Indonesia: Center for Development of Nuclear Geology, National Nuclear Energy Agency.
- [5] Mangga S.A and Djamil, 1994. *Peta Geologi Lembar Bangka Utara Skala 1:250.000*. Pusat

- Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [6] Sukandarumidi, 2007. *Sejarah Penambangan Timah di Indonesia*. Universitas Gajah Mada Press: Yogyakarta
- [7] Arif, L. 2000. *Tambang Terbuka*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [8] Azwardi, Ichwan. 2007. *Pedoman Teknik Penambangan Timah Alluviall di Darat PT.Timah (Persero) Tbk.*, Bangka Belitung.
- [9] Hartman. H. L. 1987. *Introductory Mining Engineering*. A Willey Interscience Production. John Wiley and Sons Inc. New York.
- [10] Irvani, I., & Artasari, E. D. 2018. *Studi Karakteristik Tailing pada Lokasi Eks Penambangan Timah di Bukit Sambung Giri Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka*. Promine, 6(2), 31-36.
- [11] Budik. 2003. *Mineral Penyusun Timah*. Received from: <https://mineral-penyusun-timah/2003/budik>. Diakses tanggal 20 Agustus 2023.