

KAJIAN KADAR SERTA PENENTUAN KELAYAKAN EKONOMI CASSITERITE PADA SISA HASIL PENGOLAHAN WASHING PLANT DI DESA TANJUNG GUNUNG

(RATE STUDY AND DETERMINATION OF ECONOMIC ELIGIBILITY CASSITERITE ON THE REST OF THE PROCESSED PRODUCT WASHING PLANT IN TANJUNG GUNUNG VILLAGE)

Arjunanta Tarigan^{1*}, Franto¹, Guskarnali¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung

* Korespondensi E-mail: arjunitarigan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji kelayakan Sisa Hasil Pengolahan (SHP) Washing Plant yang berada di disposal. Permasalahan yaitu melimpahnya material Sisa Hasil Pengolahan serta standar kelayakan kadar pengolahan SHP yang ditetapkan Perusahaan sebesar 0,25 – 1 % Sn dengan recovery sebesar 40-50% (PT Timah Tbk, 2022). Untuk itu perlu dilakukan kajian kelayakan ekonomi. pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil 16 sampel secara acak dengan kedalaman lubang bor 1 meter menggunakan bor auger. Setiap sampel yang diambil akan dilakukan pengujian metode analisa mikroskop (*Grain Counting Analysis*) dan *X-ray Fluorescence*. Dari analisa sampel SHP didapatkan hasil pada Sisa Hasil Pengolahan Tanjung Gunung memiliki kadar rata-rata 0,35% Sn, sedangkan nilai COG Nilai *Cut off Grade* SHP yang akan dilakukan pengolahan kembali adalah senilai 0,13 kg Sn/m³. Berdasarkan hasil analisa sampel SHP Pada Tanjung Gunung, seluruh sampel masih memiliki nilai ekonomis. *Cash in flow* SHP Tanjung Gunung adalah sebesar Rp 638.514.000 mampu menutup *cash out flow* sebesar Rp 341.004.833 *Benefit Cost Ratio* (BCR) sebesar 1,8 % dan nilai *profitability index* (PI) sebesar 2,2% Nilai *Payback Period* sebesar 0,9 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SHP Washing Plant Tanjung Gunung masih layak untuk diolah kembali atau memiliki nilai ekonomis.

Kata kunci: Kasiterit, kadar, kelayakan ekonomi, sisa hasil pengolahan.

Abstract

This research examines the feasibility of the Washing Plant Processing Residue (SHP) which is in disposal. The problem is the abundance of Processing Residue material and the feasibility standard for the SHP processing content set by the Company of 0.25 - 1% Sn with a recovery of 40-50% (PT Timah Tbk, 2022). For this reason, an economic feasibility study is needed. Data collection was carried out by taking 16 random samples with a drill hole depth of 1 meter using an auger drill. Each sample taken will be tested using the microscope analysis method (Grain Counting Analysis) and X-ray Fluorescence. From the analysis of the SHP samples, the results obtained in the Tanjung Gunung Processing Residue have an average content of 0.35% Sn, while the COG value of the Cut off Grade SHP Value that will be reprocessed is 0.13 kg Sn / m³. Based on the results of the SHP sample analysis in Tanjung Gunung, all samples still have economic value. Cash in flow of SHP Tanjung Gunung is Rp 638,514,000 able to cover cash out flow of Rp 341,004,833 Benefit Cost Ratio (BCR) of 1.8% and profitability index (PI) value of 2.2% Payback Period value of 0.9 months. The results of the study indicate that SHP Washing Plant Tanjung Gunung is still feasible to be reprocessed or has economic value.

Keywords: Cassiterite, rate, economic eligibility, waste of processing.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan sumber daya alam pada sektor pertambangan, sehingga menjadi sorotan bagi para investor untuk mendirikan perusahaan pertambangan. Dalam mendirikan perusahaan pertambangan maka dibutuhkan biaya atau modal yang tidak sedikit. Walaupun demikian, keuntungan yang didapatkan juga sangat besar

sehingga menjadikan industri pada sektor pertambangan diminati para investor (Sidauruk, 2018).

Kehadiran Sisa Hasil Pengolahan (SHP) dalam pengolahan bijih timah tidak bisa dihindari. Pengolahan bijih timah tidak akan mencapai perolehan (*recovery*) 100%, sehingga mineral utama atau mineral ikutan yang berharga (Herman, 2015). Mineral yang terbuang bersama

sisanya hasil pengolahan masih memiliki kemungkinan besar untuk dilakukan pengolahan kembali. Untuk itu perlu dilakukan kajian kelayakan ekonomi.

Limbah yang dihasilkan oleh kegiatan tambang adalah *tailing*, keberadaan sisa hasil pengolahan dalam dunia pertambangan dalam skala besar tidak bisa dihindari, dikarenakan persentase bijih dari penambangan atau penggalian yang didapat sangat kecil untuk menjadi produk, sementara sisanya menjadi *tailing* dan ukuran butiran yang halus pada mineral dapat menyebabkan tercapai liberasi (*liberation*). *Tailing* umumnya masih mengandung mineral-mineral berharga, kandungan mineral berharga pada sisa hasil pengolahan tersebut sangat sering dijumpai (Suprpto, 2009).

Grain Counting merupakan teknik yang digunakan untuk menghitung butir yang ada dalam kotak kotak untuk menentukan kadar dari suatu mineral. Menurut Barry (2006), penghitungan padi adalah metode sederhana yang dilakukan secara manual untuk memperkirakan jumlah hasil sampel yang telah dilakukan melalui *quartering*. Untuk menggunakan metode ini, sebagian sampel dimasukkan ke dalam kotak persegi berukuran tertentu. Kemudian, jumlah masing-masing butir, yaitu konsentrat dan sisa hasil pengolahan, dihitung.

Alat yang disebut X-Ray Fluorescence (XRF) digunakan untuk menganalisis komposisi kimia dan konsentrasi unsur dalam suatu sample dengan menggunakan metode spektrometri. Analisis unsur dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif, masing-masing menilai jenis unsur yang ada dalam bahan, sedangkan analisis kuantitatif menilai konsentrasi unsur yang ada dalam bahan. XRF juga merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menganalisis unsur dalam mineral atau batuan. (Silverstein, 2002).

Analisa kelayakan tambang adalah proses interaktif antara variabel utamanya, termasuk cadangan mineral, skala tambang, biaya produksi, dan batas kadar yang direkomendasikan. Sebelum menghitung BEG (*Break Event Grade*), dihitung terlebih dahulu *Break Event Production* (BEP), yang merupakan produksi pulang pokok. Hasil BEP didapatkan dengan membagi biaya operasi penambangan dengan harga jual. Pada dasarnya, perencanaan penambangan berfokus pada memastikan bahwa produksi bijih timah tidak kurang dari Produksi *Break Even* (BEP) untuk menunjukkan kadar minimum penambangan. (Azwardi, 2012).

Tingkat di mana kandungan logam atau mineral dalam batuan tidak lagi ekonomis disebut *Cut Off Grade* (COG). COG digunakan dalam

perhitungan cadangan untuk membedakan blok bijih dari blok sampah. Perbedaan ini didasarkan pada kadar taksiran, yang masih mengandung kesalahan karena kadar sebenarnya tidak diketahui kecuali setelah penambangan. (Sudarto, 2005).

Kajian kelayakan ekonomis adalah perhitungan tentang kelayakan ekonomis dengan menggunakan berbagai metode untuk membuat estimasi. Secara umum, analisis *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Profitability Index* (PI), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* biasanya digunakan untuk menunjukkan metode pendekatan. Salah satu hal penting yang harus dilakukan oleh seorang investor saat berinvestasi adalah menganalisis kelayakan investasinya. Dengan melakukan analisis ini, seorang investor akan dapat mengetahui secara jelas besaran keuntungan dan melihat prospek masa depan perusahaan tempat mereka berinvestasi. Untuk tujuan ini, seorang investor harus memahami teknik perhitungan kelayakan investasi, dan hasil analisis ini dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan apakah investasi mereka akan menghasilkan keuntungan atau tidak. (Sidauruk, 2018).

Periode pengembalian adalah waktu yang dibutuhkan untuk investasi yang telah dikeluarkan dan keuntungan yang diperoleh dari proyek yang telah direncanakan. (Cholique, 2004). Periode pengembalian adalah waktu yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi dengan menggunakan keuntungan atau aliran kas netto. (Bambang, 2004).

Metode Analisis *Payback Period* digunakan untuk menentukan seberapa lama investasi dapat dikembalikan ketika terjadi kondisi *break even point*, di mana jumlah arus kas masuk sama dengan jumlah arus kas keluar. Analisis *Payback Period* dihitung dengan menghitung berapa lama waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi di mana jumlah arus kas masuk sama dengan jumlah arus kas keluar. Hasil dari analisis *Payback Period* ini menunjukkan bahwa alternatif dengan periode pengembalian yang lebih singkat akan menjadi pilihan terakhir. Hanya disarankan untuk menggunakan analisis ini untuk mendapatkan informasi tambahan tentang kecepatan pengembalian modal investasi.

Metode *benefit cost ratio* (BCR) adalah salah satu metode yang paling sering digunakan pada tahap awal evaluasi perencanaan investasi; itu juga digunakan sebagai analisis tambahan untuk memverifikasi hasil evaluasi dari metode lain. Selain itu, BCR sangat baik untuk mengevaluasi proyek pemerintah yang berdampak langsung pada masyarakat umum,

baik dengan dampak positif maupun negatif. Metode ini menekankan pada nilai perbandingan antara manfaat yang akan diperoleh (benefit) dan biaya yang akan ditanggung sebagai hasil dari investasi tersebut.. (Kasmir & Jakfar, 2003).

Profitability index (PI) adalah metode untuk membandingkan nilai arus kas bersih yang akan datang dengan nilai investasi saat ini. Jika PI lebih besar dari 1, maka investasi dianggap lebih layak..

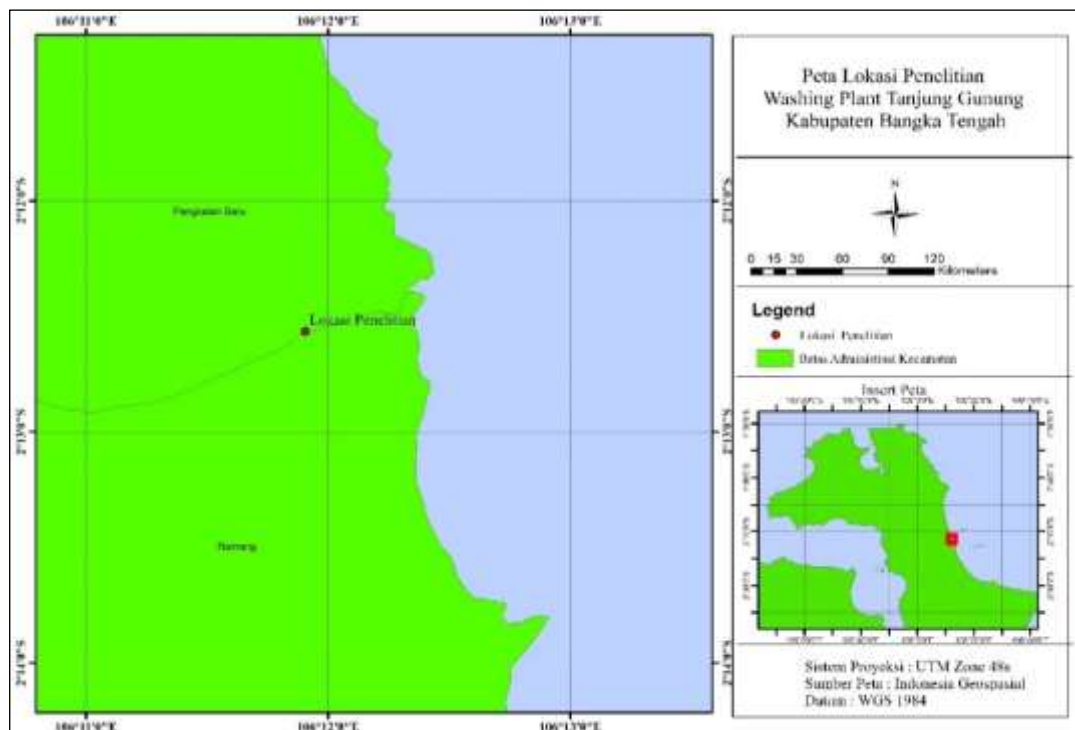
2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tanjung Gunung, Kabupaten Bangka Tengah terhadap Sisa Hasil Penambangan (SHP) *Cutter Suction Dredger Washing Plant*. Tambang CSD *Washing Plant* Tanjung Gunung merupakan tambang kecil perusahaan yang berada dibawah naungan Unit Produksi Darat Bangka PT Timah Tbk. Jarak Kantor PT Timah Pangkalpinang ke Sisa Hasil Penambangan (SHP) *Cutter Suction Dredger Washing plant* Tanjung Gunung sekitar ± 15 km.

Studi literatur berkaitan dengan proses

pengolahan SHP serta penentuan kelayakan ekonomi baik itu berasal instansi yang terkait atau pustaka berupa buku, skripsi, jurnal serta data penunjang lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Pengamatan lapangan yang dilakukan berupa wawancara atau diskusi dengan pengawas lapangan dan para karyawan mengenai kajian kelayakan ekonomi yang diperlukan untuk memenuhi parameter yang telah ditentukan berdasarkan tujuan penelitian.

Pengumpulan dan validasi data berkaitan dengan data yang akan dikumpulkan dalam penelitian di desa Tanjung Gunung Kabupaten Bangka Tengah PT Timah, pada saat pengamatan lapangan sebagai data primer dan data-data pendukung sebagai data sekunder, maupun informasi yang didapatkan dari perusahaan atau pihak-pihak yang terkait. Pengolahan dan analisis data berkaitan dengan estimasi cadangan, kadar cassiterite, biaya operasi penambangan dan biaya pengolahan seta harga logam timah tahun 2023, spesifikasi peralatan dan kurs bunga serta harga peralatan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan di Perusahaan yang masih produksi. Penelitian yang diamati adalah kadar kasiterit di Stockpile SHP. Sampel yang akan diambil adalah sebanyak 16 conto secara acak menggunakan bor auger pada kedalaman 1 meter, namun hanya 6 sampel yang digunakan sebagai data utama sedangkan 10 sampel lagi hanya sebagai data pendukung dikarenakan

ketebalan dari SHP kurang dari 1 meter. Volume SHP diukur menggunakan *Total Station* Selanjutnya data diolah menggunakan *software* tambang untuk mendapatkan Volume SHP. Pengujian sampel menggunakan analisis *Grain Counting Analysis* dan *X-ray Flourescence*.

Hasil *Grain Counting Analysis* (GCA)

Aktivitas Analisis mikroskop ini menggunakan alat sejenis kertas ukur (milimeter

block) berukuran 0.5 x 0,5 cm sebagai alas mineral, agar mempermudah untuk menghitung jumlah butir dari masing-masing mineral. metode

Grain Counting Analysis menggunakan 3 ukuran saringan yaitu ukuran 48 mesh, 100 mesh dan - 100 mesh.

Tabel 1. Hasil Grain Counting Analysis

No	Kode Sampel	Kadar Kasiterit Pada Mesh (%)			Kadar Kasiterit Total (%)
		48#	100#	-100#	
1	X1	0	0	0,47	0,37
2	X2	0,11	0	0,29	0,31
3	X3	0	0	0,33	0,26
4	X4	0	0,30	0	0,28
5	X5	0	0,30	0	0,23
6	X6	0,79	0	0	0,62

Hasil X-Ray Flourescence (XRF)

Pengujian XRF yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi pengujian sebelumnya yaitu GCA dan XRF sehingga dapat menentukan rentang Kadar kasiterit SHP Tanjung Gunung Pengujian sampel dengan cara, sampel diletakkan di bidang datar lalu gengam alat seperti pistol, lalu tekan tombol pada alat setelah itu tunggu 1-3 menit maka hasil pengujian dari XRF akan muncul di layar. Tiap fraksi mesh dilakukan pengulangan pengujian 3 kali.



Gambar 2. Pengujian Sampel XRF

Tabel 2. Hasil X-Ray Flourescence

Sampel	Ukuran Butir	Berat konsentrat Sn	PPM
	(Mesh)	(gram)	(%)
1	48#	37,35	22
	100#	52,24	20
	-100#	46,2	257
2	48#	0,88	78
	100#	27,43	136
	-100#	6,87	2210
3	48#	48,53	14
	100#	51,34	29
	-100#	29,48	190
4	48#	54,51	71
	100#	75,92	40
	-100#	40,95	171
5	48#	85,73	40
	100#	33,74	126
	-100#	30,12	197
6	48#	54,25	135
	100#	68,48	31
	-100#	34,4	240

Biaya Pengolahan Sisa Hasil Pengolahan (SHP)

Biaya yang harus dikeluarkan untuk mengolah kembali SHP Tanjung Gunung meliputi biaya tetap biaya tetap dan biaya tidak tetap.

Tabel 3. Total Biaya Tetap

No	Jenis Biaya	Total Biaya
1	Biaya Pembelian Alat	Rp 90.725.250
2	Biaya Gaji Karyawan	Rp 23.500.000
	Total Biaya	Rp 114.225.250

Biaya pembelian alat dan gaji karyawan didapat total dari seluruh nilai biaya tetap sebesar Rp 114.225.250 yang terdiri dari biaya pembelian alat dan gaji karyawan perbulan.

Tabel 4. Biaya Variabel

No	Parameter	Biaya per bulan
1	Biaya BBM dan Oli Pompa Tanah	Rp 10.580.000
2	Biaya BBM dan Oli pompa semprot	Rp 10.580.000
3	Biaya perawatan mesin pompa tanah dan pompa semprot serta sakhan	Rp 3.563.000
4	Biaya iuran BPJS (2,5%)	Rp 587.500
5	Biaya P3K	Rp 100.000
	Total Biaya	Rp 25.410.500

Biaya variabel perbulan di SHP Tanjung sebesar Rp 25.410.500 yang terdiri dari biaya pembelian dan operasional alat.

Mengkaji Kelayakan Sisa Hasil Pengolahan (SHP)

Berdasarkan pengukuran menggunakan *Total Station* yang kemudian data *Total Station* diolah menggunakan *software* tambang didapatkan volume SHP sebesar 2750 m³.

- Jumlah Produksi = kapasitas sakhan x waktu produksi

$$= 10 \text{ m}^3 \times 7 \text{ jam}$$

$$= 70 \text{ m}^3 / \text{hari} \times 26 \text{ hari/bulan}$$

$$= 1.820 \text{ m}^3 / \text{Bulan}$$
- Lama Pengolahan = $2750 \text{ m}^3 : 1820 \text{ m}^3 / \text{bulan}$

$$= 1,5 \text{ Bulan}$$

Penjualan logam Sn dengan asumsi harga jual logam sebesar USD 25.000 perton Sn dengan asumsi harga kurs Rp 14.500 Penggunaan asumsi harga timah sebesar Rp. 373.400.000/ton sangat konservatif dinilai dari sebaran fluktuasi harga timah pada periode tersebut.

Break Event Point (BEP)

Batas minimum volume penjualan suatu perusahaan agar tidak rugi dihitung dengan perhitungan Break Event Point. Pada usaha penambangan SHP Tanjung Gunung, didapatkan nilai BEP adalah 372 kg Sn dengan perolehan dari penambangan SHP Tanjung Gunung 372 kg Sn /bulan, perusahaan mengalami impas, tidak mengalami keuntungan namun tidak juga mengalami kerugian.

Total 5. Total Biaya Tetap dan Variabel

No	Jenis Biaya	Total Biaya
1	Biaya Tetap	Rp 114.225.250
2	Biaya Variabel	Rp 25.410.500.
	Total Biaya	Rp 139.635.750

$$\text{BEP} = \frac{139.225.250}{373.400.000/\text{ton sn}} = 0,372 \text{ ton sn}$$

Cut Off Grade (COG)

Cut Off Grade adalah tingkat endapan bahan galian yang masih memberikan keuntungan saat ditambang oleh PT Timah (Persero) Tbk. Ini juga dikenal sebagai tingkat endapan rata-rata terendah yang masih memberikan keuntungan saat ditambang.

$$\text{COG} = \frac{372 \text{ kg}}{2750 \text{ m}^3} = 0,13 \text{ kg sn/m}^3$$

Analisis Kelayakan Ekonomi Tambang

Dalam penelitian ini hanya akan mengkaji dari beberapa parameter saja dikarenakan umur tambang tidak mencapai 1 tahun dan kurang cocok apabila memakai parameter yang umumnya digunakan untuk mengkaji kelayakan ekonomi tambang yang umurnya lebih dari 1 tahun. Adapun parameter yang digunakan dalam pengkajian kelayakan tambang SHP Tanjung Gunung yaitu *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Profitability Index* (PI) dan *Payback Period* (PBP).

Benefit Cost Ratio (BCR)

Parameter kelayakan ekonomi yang sering digunakan selama tahap-tahap evaluasi awal perencanaan investasi adalah manfaat biaya rasio. Metode ini sangat efektif untuk mengevaluasi proyek pemerintah yang berdampak langsung ke masyarakat..

$$BCR = \frac{638.514.000}{341.004.833} = 1,8\%$$

Nilai *benefit cost ratio* (BCR) yang didapatkan sebesar 1,8% (BCR>1) artinya SHP Tanjung Gunung PT Timah Tbk layak (*feasible*) untuk dilakukan penambangan.

Profitability Index (PI)

Salah satu parameter kelayakan ekonomi adalah indeks profitabilitas, yang digunakan untuk menghitung perbandingan antara nilai investasi saat ini dan arus kas bersih yang akan datang.

$$PI = \frac{\text{Nilai aliran Kas Masuk}}{\text{Investasi Awal}}$$

$$PI = \frac{206.783.917}{90.725.250} = 2,2\%$$

Nilai *Profitability Index* (PI) yang didapatkan adalah sebesar 2,2% (PI>1) artinya cadangan pada SHP Tanjung Gunung PT Timah Tbk layak (*feasible*) untuk dilakukan penambangan.

Payback Period

Dalam studi kelayakan, analisis waktu pengembalian juga harus ditunjukkan untuk menentukan seberapa lama usaha atau proyek baru dapat mengembalikan investasi.

$$PBP = 1 + \frac{(-90.725.250) - (107.540.199)}{(314.324.116 - 107.540.199)}$$

$$= 0,9 \text{ bulan}$$

Parameter ekonomi *Benefit Cost Ratio* (BCR) yang dikatakan investasi layak apabila BCR>1 dan apabila BCR<1 dikatakan investasi tidak layak untuk dilakukan, parameter ekonomi *Profitability Index* (PI) yang dikatakan investasi layak apabila PI>1 dan apabila PI<1 dikatakan investasi tidak layak untuk dilakukan.

Analisis kelayakan ekonomi tambang dengan menggunakan 3 parameter kelayakan yaitu *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Profitability Index* (PI) dan *Payback Period*. *Benefit Cost Ratio* (BCR) diperoleh sebesar 2,2% yang dihitung berdasarkan *benefit* dan *cost* serta *Profitability Index* (PI) diperoleh sebesar 1,8%. Pada *payback period* diperoleh jangka waktu kembalinya investasi adalah selama 0,9 bulan dari 2 bulan umur tambang maka investasi proyek penambangan bijih timah aluvial SHP Tanjung Gunung PT Timah Tbk ini layak untuk dilakukan penambangan.

4. Simpulan

Kadar rata-rata kasiterit yang terkandung pada SHP Tanjung Gunung sebesar 0,35 % sn dengan lubang bor C6 yang memiliki kadar paling

tinggi dengan kadar 0,62% dan untuk kadar yang paling rendah terdapat pada lubang C5 dengan kadar 0,23%. Biaya keseluruhan yang dikeluarkan dalam proses pengolahan kembali pada SHP Tanjung Gunung sebesar Rp 341.004.833 dan jika digunakan untuk mengolah SHP masih memberikan keuntungan sebesar Rp 206.783.917. Nilai *Cut off Grade* SHP yang akan dilakukan pengolahan kembali sebesar 0,13 sn kg/m³. Hasil analisa sampel SHP Pada Tanjung Gunung, seluruh sampel masih memiliki nilai ekonomis dengan rata-rata 3,1 sn kg/m³. *Cash in flow* SHP Tanjung Gunung sebesar Rp 638.514.000 mampu menutup *cash out flow* sebesar Rp 341.004.833, *Benefit Cost Ratio* (BCR) sebesar 1,8% dan nilai *Profitability Index* (PI) sebesar 2,2% dan *Payback Period* sebesar 0,9 bulan.

Daftar Pustaka

- Azwardi, I. (2012). Penambangan Timah Alluvial. Bangka Belitung: PT Timah (Persero) Tbk.
- Barry, A.W and Napier, T.M. (2006). Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. Australia: Elsevier Science dan Technology Books.
- Bambang, R. (2004). Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan. Yogyakarta: Magnum Pustaka Utama
- Choliq, A. (2004). Pengantar Manajemen. Semarang: Rafi Sarana Perkasa.
- Herman, D.P. (2015). Potensi Mineral Cassiterite dan Ilmenite Pada Daerah Bekas Penambangan Timah Bangka. Jurnal Promine. Volume 3. Nomor 2: 30-41.
- Kasmir dan Jakfar (2003). Studi Kelayakan Bisnis. Bogor: Kencana.
- Sidauruk, D. (2018). Analisis Kelayakan Investasi Menggunakan Metode Discounted Cash Flow Tambang Galena PT Triple Eight Energy, Kecamatan Koto Parik Gadang Diatesh Kabupaten Solok Selatan Provinsi Sumatera Barat. Jurnal Bina Tambang. Volume 3. Nomor 2.
- Silverstein, R.M. (2002). Penyelidikan Spektrometrik Senyawa Organik Edisi 4. Jakarta: Erlangga.
- Sudarto, N., Lilah, S., Heriawan., Mohamad, N., dan Widayat, Agus, H. (2005). Diktat Mata Kuliah Metode Perhitungan Cadangan (Edisi

I), Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Suprpto, S.J. (2009). Tinjauan Unsur Tanah Jarang. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.