

## **Treatment Sisa Hasil Pengolahan dari Bidang Pengolahan Mineral (BPM) Menggunakan *Centrifugal Concentration* di Laboratorium Metalurgi, Unit Pengolahan PT Timah Tbk, Desa Airputih, Kecamatan Mentok, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangkabelitung**

**Muhamad Alfansa Rinaldi\*, Linda Pulungan**

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*malfansarinaldi@gmail.com, linda.tambang93@gmail.com

**Abstract.** The tin processing process in the Mineral Processing Field produces concentrated products, and tailings. Tin tailings from the Mineral Processing Sector are suspected to still have tin content that can be reprocessed to take the tin content in the tailings. PT Timah Tbk wants to process tin tailings from the Mineral Processing Field using centrifugal concentrator processing equipment. A centrifugal concentrator is a tool for separating mineral particles using the principle of centrifugal force. This tool is used in the separation of precious minerals based on differences in specific gravity and particle size. This research is expected to obtain results in the form of increasing Sn levels in tin tailings and maximizing the recovery results. This study used variations in feed size, and spin speed on the bowl used. The variation in feed size used is -10+20#, and -50#. Furthermore, the variation of the bowl rotation speed used is 50 RPM, 55 RPM, 60 RPM, 65 RPM, 70 RPM, 75 RPM, 80 RPM. With the duration of the processing process using a centrifugal concentrator for each variation for 15 minutes. The results obtained from the results of the study showed that the best level value was in the fraction size of -50# with an increase in level to 5.6% with a recovery value of 78%.

**Keywords:** *Tin Tailings, Fraction Size, Centrifugal Concentrator, Bowl Rotation Speed.*

**Abstrak.** Proses pengolahan timah di Bidang Pengolahan Mineral menghasilkan produk konsentrat, dan tailing. Tailing timah dari Bidang Pengolahan Mineral diduga masih memiliki kandungan timah yang dapat dilakukan pengolahan kembali untuk mengambil kandungan timah yang berada di tailing tersebut. PT Timah Tbk ingin melakukan pengolahan tailing timah dari Bidang Pengolahan Mineral dengan menggunakan alat pengolahan konsentrator sentrifugal. Konsentrator sentrifugal merupakan suatu alat pemisahan partikel mineral dengan menggunakan prinsip gaya sentrifugal. Alat ini digunakan pada pemisahan mineral berharga berdasarkan perbedaan berat jenis dan ukuran partikel. Penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil berupa peningkatan kadar Sn pada tailing timah dan memaksimalkan hasil *recovery*-nya. Penelitian ini menggunakan variasi ukuran *feed*, dan kecepatan putaran pada bowl yang digunakan. Variasi ukuran *feed* yang digunakan yaitu -10+20#, dan -50#. Selanjutnya pada variasi kecepatan putar bowl yang digunakan yaitu 50 RPM, 55 RPM, 60 RPM, 65 RPM, 70 RPM, 75 RPM, 80 RPM. Dengan durasi waktu proses pengolahan menggunakan konsentrator sentrifugal setiap variasi selama 15 menit. Hasil yang di dapat dari hasil penelitian bahwa pada nilai kadar terbaik berada di ukuran fraksi -50# dengan peningkatan kadar menjadi 5,6% dengan nilai *recovery* 78%.

**Kata Kunci:** *Tailing Timah, Ukuran Fraksi, Konsentrator Sentrifugal, Kecepatan Putaran Bowl.*

## A. Pendahuluan

Indonesia yaitu suatu negara yang memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah. Berdasarkan data Tin Internasional Assosiation (2018), Indonesia merupakan produsen timah terbesar ke dua di dunia setelah Republik Rakyat Cina (RRC) dengan memproduksi 74.600 ton (Irham Firmansyah, 2022). Indonesia menjadi negara terkaya di dunia akan sumber daya timah dikarenakan letak Indonesia yang dilalui oleh jalur Timah (Andhika, 2020). Timah sendiri dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kemasan untuk makanan, sebagai bahan lapisan penghambat api pada produk kabel listrik, timah solder, dan lain-lain. (Waode Jelita Ma'ruff Bay & Linda Pulungan, 2022)

PT Timah Tbk merupakan salah satu perusahaan milik negara yang merupakan salah satu produsen dan eksportir logam timah terintegritas mulai dari kegiatan eksplorasi, penambangan, pengolahan, sampai dengan pemasaran. Dikarenakan sisa hasil pengolahan di Bidang Pengolahan Mineral (BPM) sendiri masih terdapat timah (Sn), salah satu strategi dari PT. Timah Tbk untuk meningkatkan produksi yaitu dengan melakukan perolehan kembali timah dari sisa hasil pengolahan (Tailing) produksi dari Bidang Pengolahan Mineral (BPM). PT Timah Tbk telah mengolah bijih sisa (SHP) dengan kadar timah rendah. Untuk meningkatkan kadar timah dan produk mineral terkait menjadi bermutu tinggi > 70% (Virgiawan & Pitulima, 2019). Menurut Firdaus Pratama, 2023 menyampaikan bahwa "Sisa hasil pengolahan (tailing) sendiri masih banyak, material tailing yang ada di unit pengolahan sendiri sebesar 3000 ton". Kadar timah yang ada di tailing BPM sendiri sebesar 3% masih dapat dikatakan ekonomis. (Rizki Purnama et al., 2021)

Pabrik Pengolahan Mineral Tanjung Ular sendiri menargetkan untuk meningkatkan kadar Sn dari tailing BPM sendiri yaitu sebesar 55%, lalu selanjutnya akan dibawa kembali ke unit BPM. Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium menggunakan alat *centrifugal concentrator type gold kacha*. Alat ini rencana akan digunakan dalam skala produksi. Alat ini di uji coba terhadap peningkatan kadar agar dapat mengetahui apakah alat ini dapat bekerja secara optimal terhadap peningkatan kadar serta *recovery*, sehingga penelitian ini diharapkan dapat berguna dan dapat diaplikasikan dengan skala produksi. (Laksana & Iswandaru, 2022)

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: "Bagaimana keterdapatn timah pada material sisa pengolahan BPM, bagaimana pengaruh ukuran butir pada alat *centrifugal concentration*?". Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui kadar timah pada material sisa hasil pengolahan BPM.
2. Mengetahui pengaruh ukuran butir pada alat *centrifugal concentrator* terhadap peningkatan kadar dan *recovery* timah.
3. Mengetahui pengaruh kecepatan putar alat centrifugal concentrator terhadap peningkatan kadar dan *recovery* timah.

## B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan metode teknik pengambilan data di mulai dari:

1. Data Primer,
  - a. Preparasi, dimulai dari sampling tailing dari Bidang Pengolahan Mineral, lalu hasil sampling dikelompokkan menjadi beberapa ukuran butir menggunakan alat *sieve shaker*, lalu dilakukan uji xrf untuk mengetahui kadar timah per fraksi ukuran butir.
  - b. Proses Pencucian, feed per ukuran butir di uji coba terhadap kecepatan putar *bowl centrifugal concentrator* untuk mengetahui pada kecepatan putar alat berapa yang menghasilkan kadar dan *recovery* yang paling optimal.
2. Data Sekunder,
 

Data sekunder pada penelitian ini menggunakan data penelitian PT Timah Tbk terhadap alat *centrifugal concentrator* dengan material tailing wilayah nudur. Data ini sebagai acuan pada penelitian.

### Prosedur Percobaan

1. Preparasi sampel
  - a. Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel

yang bertujuan untuk dilakukan analisis kadar Sn pada sampel sisa hasil pengolahan BPM. Metode yang dilakukan dalam pengambilan sampling ini yaitu menggunakan metode hand sampling, dan alat bantu yang dipergunakan dalam pengambilan sample dari wadah adalah stick sample, splitter, dan juga sample reducer. Dalam pengambilan sample dilakukan dengan cara mengambil sample di titik-titik yang mewakili keseluruhan pada sample 2 Kg. Berikut merupakan proses pengambilan *sample*.



**Gambar 1.** Pengambilan sample SHP BPM

- b. Setelah dilakukan sampling, sample SHM BPM dimasukkan kedalam alat splitter yang bertujuan untuk membagi sample agar mineral yang dibagi homogen. Sample yang telah melewati sample splitter kemudian ditimbang (dibutuhkan seberat 1,5 kg).



**Gambar 2.** Pengaplikasian *sample splitter*

- c. Selanjutnya pada sample SHP BPM dilakukan pemisahan perukuran fraksi dengan menggunakan alat sheive sheker selama 25 menit, yang dimana ukuran fraksi nya yaitu 10#, 20#, 50#, 70#, 100#, 140#, 200#, dan pan.



**Gambar 3.** Pengaplikasian *Sieve Shaker*

- d. Setelah melalui proses distribusi ukuran, sample SHP BPM antar fraksi dilakukan penggerusan dengan alat pulverizer dengan waktu 1 menit. Selanjutnya, sample yang telah digerus lalu di uji menggunakan alat XRF untuk menentukan fraksi manakah yang kadarnya paling tinggi. Setelah menentukan hasil fraksi ukuran yang ingin dilakukan pengujian, selanjutnya dilakukan pemisahan dengan menggunakan round screen dengan ukuran fraksi 20#, 50#, -50#. Dari hasil round screen akan dilakukan pembagian berat sebesar 30 Kg/pengujian dari sampel SHP BPM dengan ukuran fraksi yang digunakan yaitu 20# dan -50#.
2. Proses Konsentrasi
 

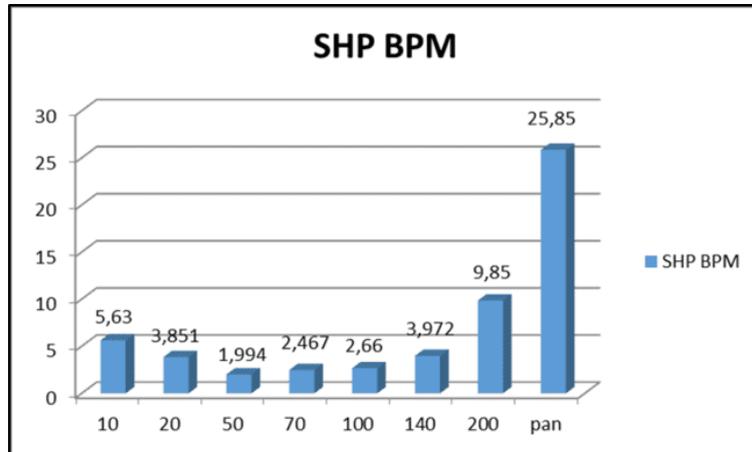
Proses konsentrasi dilakukan dengan menggunakan alat goldkacha dengan total 14 kali pengujian (7 kali pengujian fraksi 20# dan 7 kali pengujian fraksi -50#). Parameter yang digunakan pada alat centrifugal concentrator ini yaitu putaran per menit (RPM) yang digunakan 50 RPM, 55 RPM, 60 RPM, 65 RPM, 70 RPM, 75 RPM, dan 80 RPM. Pada kecepatan aliran air sebesar 3,2 m<sup>3</sup>/h. Kemiringan sakan pada centrifugal concentrator yaitu 5° dan pada ketebalan bed pada sakan sebesar 0,5 cm. Produk yang didapat dari proses pemisahan mineral menggunakan alat centrifugal concentrator ini yaitu konsentrat dan tailing. Sedangkan pada material yang terjebak pada bed nantinya akan menjadi produk konsentrat
3. Analisis XRF
 

Adapun yang akan dilakukan analisa XRF yaitu material awal sebelum dilakukan proses pengujian menggunakan alat centrifugal concentrator dan produk yang telah didapatkan berupa konsentrat dan tailing, hasilnya akan dilakukan analisis kadar dengan menggunakan analisis XRF, nantinya masing masing produk (feed, konsentrat, dan tailing) akan menjadi perbandingan berapa kenaikan kadar yang didapat setelah melakukan proses pengujian menggunakan alat centrifugal concentrator tersebut.

### **C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil yang didapat maka akan diuraikan pembahasan berdasarkan pengaruh fraksi ukuran butir (20# dan -50#), dan variasi kecepatan putar (50 RPM, 55 RPM, 60 RPM, 65 RPM, 70 RPM, 75 RPM, 80 RPM) terhadap keberhasilan suatu proses konsentrasi seperti peningkatan kadar Sn, *recovery*, dan nisbah konsentrasi dari material sisa hasil pengolahan BPM.

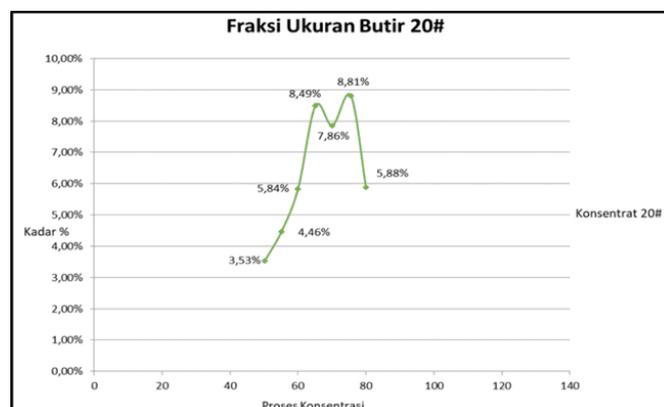
1. Analisis Keterdapatan Kandungan Timah Pada Material SHP BPM



**Gambar 4.** Analisis keterdapatan kandungan Timah pada SHP BPM

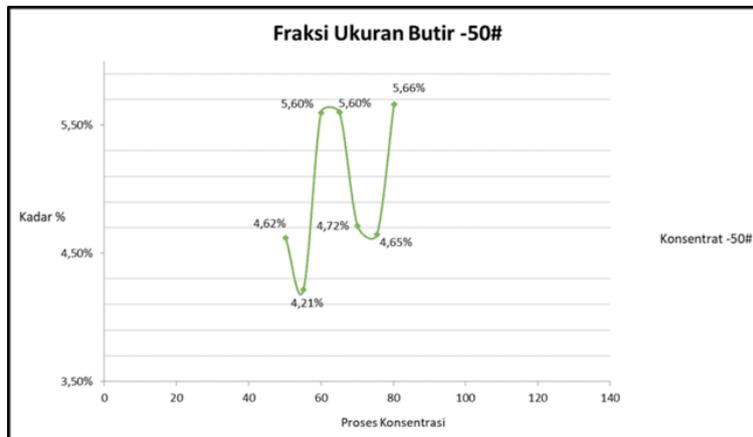
Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa persebaran timah pada sampel SHP BPM paling banyak berada di ukuran -200# (pan), dimana kandungan timah pada ukuran tersebut sebesar 25,85%. Hal ini menunjukkan bahwa persebaran timah cenderung berada pada fraksi ukuran butir yang halus dibandingkan fraksi ukuran butir yang kasar. Namun, pada kasus fraksi ukuran butir 10# dan 20# kandungan Sn diperoleh lebih besar jika dibandingkan dengan fraksi ukuran butir 50#. Hal ini dikarenakan pada fraksi ukuran 10# dan 20# tidak dilakukan pengolahan di BPM Timah Tbk (langsung dijadikan tailing). Hal ini didasarkan pada nilai persen distribusi ukuran 10# dan 20# yang lebih kecil bila dibandingkan distribusi ukuran 50#. Dapat dilihat pada Tabel 4.1, di mana tabel tersebut menunjukkan persen distribusi ukuran butir 10# sebesar 1,51%, dan persen distribusi ukuran butir 20# sebesar 7,46%. Hal ini masi dapat dikatakan kecil bila dibandingkan dengan persen distribusi ukuran butir 50# sebesar 15,67%, sehingga pada penelitian ini dilakukan variasi ukuran 20# karena pada fraksi ukuran butir 20# masih mempunyai kadar Sn yang cukup. Dilakukan pula proses konsentrasi dengan fraksi ukuran butir -50# didasarkan kandungan Sn yang cukup tinggi pada fraksi ukuran butir *undersize* 50# dari pada fraksi ukuran butir 50# (yang tertahan pada ukuran 50#). Selain itu, pengujian dengan fraksi ukuran butir -50# juga didasarkan pada jumlah ayakan saringan yang terdapat pada *alat round screen / vibrating screen* yang terbatas.

2. Pengaruh Fraksi Ukuran Butir Terhadap Peningkatan kadar Timah



**Gambar 5.** Grafik fraksi ukuran butir 20# SHP BPM

Dari gambar 5, maka diperoleh pengaruh fraksi ukuran butir terhadap peningkatan kadar konsentrat dari sisa hasil pengolahan BPM, terjadinya suatu peningkatan kadar Sn dari sebelum proses dan setelah hasil konsentrasi dilakukan. Pada Sampel SHP BPM fraksi ukuran butir 20# terjadi peningkatan kadar tertinggi pada percobaan 6 sebesar 8,81% yang di mana kadar awal pada percobaan 3,37%.



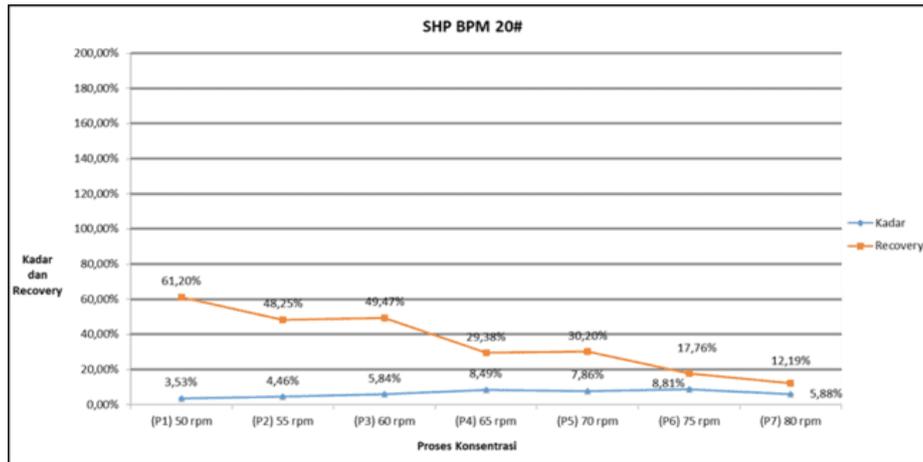
**Gambar 6.** Grafik fraksi ukuran butir -50# SHP BPM

Berbeda dengan ukuran fraksi 20#, pada ukuran butir -50# % pada sampel SHP BPM fraksi ukuran butir -50# terjadi peningkatan kadar tertinggi pada percobaan 14 sebesar 5,66% yang dimana kadar awal sebelum dilakukannya proses konsentrasi 3,92%. Kadar timah yang diperoleh hanya mengalami sedikit kenaikan kadar kassiterit, diduga alat centrifugal concentration type gold kacha tidak dapat bekerja secara optimal terhadap ukuran butir mineral kasiterit yang halus. Grafik diatas ini menunjukkan proses konsentrasi tiap pengujian fraksi ukuran butir -50#.

### 3. Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Nilai Kadar dan *Recovery*

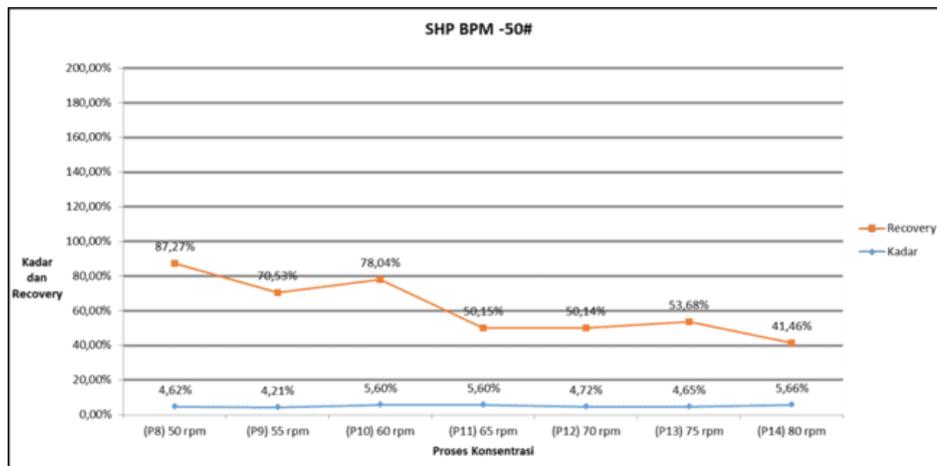
Dari hasil yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh pengaruh kecepatan putar alat centrifugal concentrator terhadap hasil peningkatan kadar konsentrat dari pengolahan SHP BPM serta diperoleh pengaruh kecepatan putar terhadap nilai *recovery* pengolahan material SHP BPM menggunakan alat centrifugal concentrator.

Gambar 7 menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan kadar Sn pada setiap interval variasi kecepatan putar alat centrifugal concentrator yang digunakan dengan fraksi ukuran butir 20#. Diketahui bahwa sampel SHP BPM fraksi ukuran 20# kadar tertinggi diperoleh pada pengujian ke 6 dengan kecepatan putar alat 75 RPM dan kadar yang dihasilkan sebesar 8,81%, namun dengan hasil nilai *recovery* yang rendah yaitu sebesar 17,76%. Pada pengujian sampel SHP BPM dengan fraksi ukuran 20# hasil *recovery* tertinggi yaitu pada kecepatan putar alat 50 RPM yaitu sebesar 61,20% dengan perolehan peningkatan kadar Sn hanya sebesar 3,53%. Hal ini bisa dihubungkan dengan Hukum Rendemen dalam pengolahan mineral yang mengatakan semakin tinggi kadar mineral yang di ekstraksi, maka nilai *recovery* bisa menjadi lebih rendah.



**Gambar 7.** Analisis Kecepatan Putar Alat Pada Fraksi Ukuran Butir 20# SHP BPM

Berikut ini merupakan gambar 8 grafik analisis kecepatan putar alat centrifugal concentration terhadap nilai kadar & recovery pada fraksi ukuran butir -50#. Hasil menunjukkan peningkatan kadar dari fraksi ukuran butir -50# dan nilai kadar Sn tertinggi didapat di pengujian ke 14 dengan kecepatan putar alat 80 RPM yaitu sebesar 5,66% dengan hasil recovery yang didapat sebesar 41,46%. Pada pengujian sampel SHP BPM dengan fraksi ukuran -50# hasil recovery tertinggi yaitu pada kecepatan putar alat 50 RPM yaitu sebesar 87,27% dengan perolehan peningkatan kadar Sn hanya sebesar 4,62%.



**Gambar 8.** Analisis Kecepatan Putar Alat Pada Fraksi Ukuran Butir -50# SHP BPM

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pengujian dengan pemisahan fraksi ukuran menggunakan metode sieve analyst, dilanjutkan pengecekan kadar antar fraksi maka keterdapatn timah pada material sisa hasil pengolahan BPM memiliki kadar tertinggi terdapat pada ukuran fraksi – 200# dengan kadar sebesar 25,85%. Sedangkan pada kadar paling rendah terdapat pada ukuran fraksi 50# dengan kadar 1,994%. Hasil yang didapat pada sieve data analyst ini membuktikan pada material SHP BPM bahwa semakin kecil ukuran butir, maka kadar timah semakin tinggi. Namun pada di ukuran 10#, dan 20# kadarnya lebih tinggi dibandingkan kadar 50#, hal ini dikarenakan pada proses pengolahan sebelumnya di bidang pengolahan mineral (BPM) ukuran 20# tidak dilakukan proses pengolahan. Proses pengolahan di BPM sendiri hanya dilakukan pada 50# dan -50#.

2. Pada variasi fraksi ukuran butir terjadi kenaikan kadar Sn. Adapun nilai recovery tertinggi pada material SHP BPM pada percobaan ke 8 dengan fraksi ukuran butir -50# dengan nilai kadar sebesar 4,62% dengan nilai recovery 87,27%. Adapun nilai recovery terendah pada material SHP BPM pada percobaan ke 7 dengan fraksi ukuran butir 20# dengan nilai kadar sebesar 5,88% dengan nilai recovery 12,19%.
3. Hasil yang didapat dari pengaruh kecepatan putar alat centrifugal concentrator terhadap peningkatan kadar dan recovery timah yaitu pengaturan kecepatan putar alat centrifugal concentration bahwa kecepatan optimal pada ukuran butir 20# berbeda dengan kecepatan optimal pada ukuran butir -50#, pada ukuran butir 20# alat centrifugal concentration dapat bekerja optimal di kecepatan 65 RPM yang peningkatan kadar sn menjadi 8,49% dengan hasil recovery 29,38%. Sedangkan pada ukuran butir -50# alat centrifugal concentration dapat bekerja optimal di kecepatan 60 RPM peningkatan kadar sn menjadi 5,60% dengan hasil recovery 78,4%.

### Acknowledge

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak banyaknya kepada semua pihak yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan Penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. sebagai Ketua Prodi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung;
2. Bapak Noor Fauzi Isniarno., S.SI., M.T. sebagai Sekretaris Prodi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung;
3. Bapak Ir. Zaenal, M.T. sebagai Koordinator Skripsi yang senantiasa mengarahkan dalam kelancaran pelaksanaan kegiatan Skripsi;
4. Ibu Ir. Linda Pulungan, M.T sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing hingga penulis dapat sampai pada waktu ini;
5. Ibu Dr. Ir. Sri Widayati, S.T.,M.T.,IPM sebagai Dosen Co-Pembimbing yang banyak membimbing hingga penulis sampai pada waktu ini;
6. Bapak Sofian S.T.,M.M. Simangunsong Sebagai Kepala Unit Pengolahan di PT Timah Tbk;
7. Bapak Firdaus Pratama S.T. sebagai pembimbing lapangan di PT Timah Tbk;
8. Bapak Dedi Firmansyah S.Si sebagai kepala laboratorium metalurgi di PT. Timah Tbk;
9. Seluruh karyawan unit pengolahan PT Timah Tbk yang telah mengawasi selama penelitian berlangsung.

### Daftar Pustaka

- [1] Abbas, A., Triantoro, A., & Riswan, R., 2020. "STUDI PENGOLAHAN MINERAL ZIRCON (ZrO<sub>2</sub>) MENJADI ZIRCONIA PADA PT KALIMANTAN ZIRCON INDUSTRI DI DESA GOHONG KECAMATAN KAHAYAN HILIR KABUPATEN PULANG PISAU". *Jurnal Himasapta*, 5(2), 25.
- [2] Aditya, R. D., Irvani, I., & Pitulima, J., 2022. "Potensial Mineral Kasiterit Pada Tailing Penambangan Timah Daerah Parit Tiga Kabupaten Bangka Selatan". *MINERAL*, 7(1), 22–28.
- [3] Adiyatma, A., Pitulima, J., & Irvani, I., 2020. "Kajian Teknis Pengaruh Panjang Pukulan Terhadap Recovery Pencucian Bijih Timah Menggunakan Alat Pan American Jig Skala Laboratorium Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung". *MINERAL*, 3(1), 1–7.
- [4] Andhika, R., Triantoro, A., & Dwiatmoko, M. U. 2020., "OPTIMALISASI RECOVERY JIG UNTUK PRODUKSI TIMAH DI KEPULAUAN RIAU". *Jurnal GEOSAPTA (Vol. 6, Issue 1)*.
- [5] Falconer, A., 2003. "Gravity separation: Old technique/new methods". *Physical Separation in Science and Engineering*, 12(1), 31–48
- [6] Fuerstenau, M. C., & Han, K. N. 2003., "Principles of mineral processing". *Society for Mining, Metallurgy, and Exploration*.

- [7] Irham Firmansyah, Solihin, & Rully Nurhasan., 2022. “Evaluasi Batas Nilai Efektif Kadar Sn Menggunakan Analisis Mikroskop dan UC Balance”. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 9–14.
- [8] Jafar, N., 2017. “ANALISIS UNSUR ENDAPAN BAUKSIT MENGGUNAKAN X-RAY FLUORESCENCE (XRF) PT. ANTAM TBK. UNIT GEOMIN DAERAH KENCO KABUPATEN LANDAK PROVINSI KALIMANTAN BARAT”. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 2(1), 46.
- [9] Munasir, dkk., 2012. “UJI XRD DAN XRF PADA BAHAN MENERAL (BATUAN DAN PASIR) SEBAGAI SUMBER MATERIAL CERDAS (CaCO<sub>3</sub> DAN SiO<sub>2</sub>)”. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(1), 20.
- [10] Nur Heriawan, dkk., 2022. “RANCANGAN KONSEP, IDENTIFIKASI PARAMETER, SERTA METODA ANALISIS YANG PERLU DIPERTIMBANGKAN DALAM PELAKSANAAN PROGRAM EKSPLORASI LOGAM TANAH JARANG PADA ENDAPAN SEDIMENTER PEMBAWA TIMAH”.
- [11] Ningsih, R. Y. B., 2022. “PENINGKATAN KADAR KASITERIT SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN TIN CHEMICAL DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PAN AMERICAN JIG DALAM SKALA LABORATORIUM”. *Jurnal Pertambangan*, 5(3), 147–152.
- [12] Setiawan, D., Taman Tono, E. P. S. B., & Pitulima, J., 2019. “Pengaruh Kecepatan Aliran dan Debit Aliran Terhadap Peningkatan Perolehan Konsentrat Bijih Timah Dalam Tailing Pada Alat Secondary Lobby Box Skala Laboratorium (Effect of Flow Velocity and Flow Debit on Increasing Acquisition of Tin Ore Concentrates in Tailings in Laboratory Scale Secondary Lobby Box)”.
- [13] Suharyanto, A., Hanum Lalasari, L., 2016. “POTENSI MINERAL KASITERIT INDONESIA SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN SENYAWA KIMIA TIMAH (TIN CHEMICAL)”. *Penelitian Metalurgi dan Material -LIPI*, P.
- [14] Virgiawan, M. R., & Pitulima, J., 2019. “Technical Evaluation of Associated Tin Minerals Processing at Bidang Pengolahan Mineral (BPM) Unit Metalurgi Muntok, PT Timah Tbk”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 353(1), 012043.
- [15] Widana, K. S., & Priadi, B., 2015. “Karakteristik Unsur Jejak Dalam Diskriminasi Magmatisme Granitoid Pulau Bangka”. *EKSPLORIUM*, 36(1), 1.
- [16] Yai Jaba Widiartha, dkk., 2023. “Analisis Perbandingan Kinerja Keuangan PT Aneka Tambang Tbk dengan PT Timah Tbk Periode 2021-2022”. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi (JIMASIA)* (Vol. 3, Issue 2).
- [17] Laksana, V. B., & Iswandar. (2022). Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Penambangan Andesit. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 147–156. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1421>
- [18] Rizki Purnama, Zaenal, & Noor Fauzi Isnarno. (2021). Kajian Teknis dan Ekonomis dalam Merencanakan Penggantian Alat Angkut Lama dengan Alat Angkut Baru di Area Penambangan Andesit PT XYZ Kecamatan Cariu, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 123–131. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i2.412>
- [19] Waode Jelita Ma'ruff Bay, & Linda Pulungan. (2022). Pemanfaatan Bahan Galian Mineral Kalsit Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisik di Cikembar Sukabumi. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 40–47. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.994>