

Kajian Teknis Pengolahan SHP Menggunakan Shaking Table Untuk Mengoptimalkan Kadar dan Recovery Sn di TB Batu Besi PT Timah Tbk

(Technical Study of SHP Processing Using Shaking Tables to Optimize Sn Levels and Recovery in Batu Besi TB PT Timah Tbk)

Kristina Damayanti Panjaitan^{1*}, Janiar Pitulima¹, Delita Ega Andini¹
¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

*Korespondensi E-mail: kristinadamayantipanjaitan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaturan variabel *shaking table* agar diperoleh kadar dan *recovery* Sn yang optimal. Penelitian dilakukan menggunakan metode konsentrasi gravity dengan alat *shaking table*. *Feed* yang digunakan adalah sisa hasil pengolahan dari *shaking table* primer. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, percobaan pertama dilakukan sebanyak 27 kali dengan berat sample ± 78 kg. Setiap percobaan menggunakan 9 variasi yaitu kemiringan *shaking table* ($8^\circ; 8,5^\circ; 9^\circ$) dan panjang pukulan (12mm, 14mm, 16mm). Percobaan kedua menggunakan material ± 5 ton dengan pengaturan alat paling optimal dari percobaan pertama. Material sampel *feed* dan produk *shaking table* diuji menggunakan Uji XRF dan GCA. Analisis uji XRF menunjukkan nilai kadar Sn pada *feed* adalah 0,45%. Analisa GCA menunjukkan bahwa mineral ikutan adalah *cassiterite*, *ilmenite*, *monazite*, *pyrite*, *quartz*, *tourmaline*, *hematite* dan *magnetite*. Pengaturan variabel operasi *shaking table* yang optimal adalah dengan variasi kemiringan *shaking table* 8° dan panjang pukulan 12 mm diperoleh kadar Sn konsentrat 8,04% dan *recovery* Sn konsentrat 20,75%. Percobaan kedua memperoleh *recovery* total Sn sebesar 17,25%. Jika dilakukan penambahan satu alur pengolahan SHP pada TB Batu Besi maka *recovery* perusahaan akan meningkat dari $\pm 15\%$ menjadi $\pm 29,55\%$.

Kata kunci: *Shaking table*, variabel operasi, kadar, *recovery* Sn

Abstract

The purpose of this study was to find out the variable setting of the shaking table in order to obtain optimal levels and recovery of Sn. The research method used is gravity concentration using a shaking table tool. The feed used is Remaining Processing Results from the primary shaking table. The experiment was carried out twice, the first experiment was carried out 27 times with a sample weight of ± 78 kg. Each experiment used 9 variations, namely the tilt of the shaking table ($8^\circ; 8,5^\circ; 9^\circ$) and the stroke length (12mm, 14mm, 16mm). The second experiment used ± 5 tons of material with the most optimal tool settings from the first experiment. The feed sample material and product shaking table were tested using the XRF and GCA tests. The analysis of the XRF test showed that the Sn content in the feed was 0.45%. GCA analysis shows that the associated minerals are *cassiterite*, *ilmenite*, *monazite*, *pyrite*, *quartz*, *tourmaline*, *hematite* and *magnetite*. The optimal setting for the operating variable of the shaking table is with a variation of the tilt of the shaking table 8° and a stroke length of 12 mm to obtain a concentrated Sn content of 8.04% and a concentrated Sn recovery of 20.75%. The second experiment obtained a total Sn recovery of 17.25%. If one additional SHP processing line is added to TB Batu Besi, the company's recovery will increase from $\pm 15\%$ to $\pm 29.55\%$.

Keywords: *Shaking table*, operating variables, levels, recovery of Sn

1. Pendahuluan

Logam timah masih banyak dibutuhkan untuk mendukung industri modern, namun keterdapatan timah di lapangan yang semakin sedikit, menyebabkan timah SHP memiliki peluang untuk diolah kembali. Menurut Tobing (2002), pengolahan bahan galian dilakukan untuk mengolah semua jenis bahan galian hasil tambang berupa mineral, batuan, bijih atau bahan galian lainnya yang ditambang untuk dipisahkan menjadi satu atau lebih bagian mineral yang dikehendaki dan bagian yang lain

yang tidak dikehendaki, yang terdapatnya bersama-sama di alam.

Teknologi pemisahan mineral dengan metode konsentrasi pada aliran air menurut (Taggart, 1976). Mineral-mineral yang dapat diproses pada alat *shaking table* berukuran lebih halus dibandingkan dengan ukuran mineral yang diproses pada metode *jigging* (Curie, 1994). Variabel-variabel operasi dapat diatur pada *shaking table* untuk mengoptimalkan proses pemisahan mineral. Gaudin (1939) membagi variabel menjadi 2 jenis, yaitu variabel rancangan dan variabel operasi. Variabel rancangan adalah

variabel yang sudah tetap. Variabel ini didasarkan pada fungsi dan tujuan penggunaan alat. Kelly dan Spottiswood (1982) membagi variabel - variabel tersebut menjadi empat bagian, yaitu variabel rancangan, kecepatan langkah, Panjang pukulan dan kendali operasi. Variabel rancangan meliputi bentuk meja, bentuk riffle, susunan riffle, bahan pelapis permukaan meja dan kadar umpan.

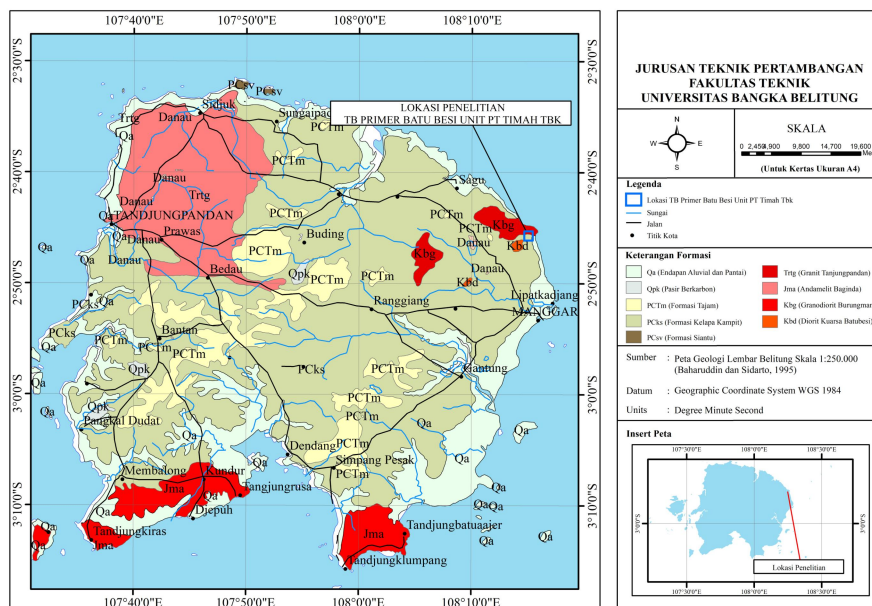
Pada operasi konsentrasi dengan *shaking table*, variabel yang dapat diatur oleh operator adalah variabel operasi. (Hakim, 1997). Variabel operasi laju air pencuci, kadar umpan, berat jenis pulp, laju pengumpanan, kemiringan *shaking table* dan jumlah pukulan *stroke* yang kemudian memfokuskan variabel panjang pukulan, laju air pencuci, laju pengumpanan dan kemiringan *shaking table*, untuk melihat pengaruh ketiga variabel terhadap kadar dan perolehan.

Sisa Hasil Pengolahan (SHP) adalah salah satu jenis material yang dihasilkan oleh kegiatan tambang, dan kehadirannya dalam dunia pertambangan tidak bisa dihindari (Dewi, 2020). Sebagai limbah sisa pengolahan dari proses pengolahan di Tambang Besar Batu Besi, SHP di area disposal masih mengandung mineral *cassiterite*. Hal ini disebabkan karena *recovery* pengolahan bijih timah di TB Batu Besi hanya mencapai 15%, yang berarti masih ada 85% bahan galian, mineral utama dan mineral ikutannya yang tertinggal dan terbuang bersama *tailing shaking table* dengan kadar Sn 0,4% sampai 0,6% atau 4000 ppm sampai 6000 ppm. *Recovery* dan kadar memiliki hubungan yang

berbanding terbalik, ini terjadi karena jika *recovery* tinggi maka konsentrat akan banyak dan kemungkinan pengotor yang ikut juga semakin banyak. Umumnya dalam pengolahan mineral dicari keadaan dimana *recovery* tinggi dan kadar yang memenuhi standar untuk peleburan (Will's, 2016). Mineral-mineral yang terbuang didalam kolam pengendapan masih memiliki nilai ekonomis untuk dilakukan pengolahan kembali yang nantinya akan memiliki nilai ekonomis. Keterdapatannya *tailing shaking table* yang sangat melimpah di kolam penambangan Tambang Besar Batu Besi PT Timah Tbk membuat perusahaan ingin melakukan tindakan lebih lanjut atau mencari solusi untuk *tailing shaking table* ini, dan memiliki nilai ekonomis untuk diolah kembali. Penambahan satu alur pengolahan SHP *shaking table* dilakukan untuk mendapatkan setingan variabel yang paling optimal untuk menghasilkan konsentrat dengan kadar Sn $\pm 8\%$ dan *recovery* tertinggi dengan menggunakan umpan material yaitu *tailing* dari *shaking table*. Setelah didapatkan variabel yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan maka dapat dilakukan perancangan untuk penambahan satu alur pengolahan menggunakan *shaking table* dan estimasi perhitungan *recovery* keseluruhan pada perusahaan.

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di TB Primer Batu Besi PT Timah Tbk berlokasi di Mengkubang, Desa Damar, Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Alat yang dipakai dalam proses pengambilan dan pengumpulan data saat penelitian ini adalah Perlengkapan *safety* (sepatu, rompi, masker dan helm), Alat tulis (buku, pulpen, penggaris), *Portable X-Ray Fluorescence Spectrometry*, Laptop, Timbangan digital, Kamera dokumentasi, Karung sampel, Tali rafia, Wadah plastik, Plastik sampel, Sendok pengaduk, Oven, Loyang, Alat ukur (meteran, penggaris, busur), *Shaking Table*, Ember, *Splitter*, Kotak alumunium pendingin sampel, Mikroskop.

Metode kegiatan penelitian ini diawali dengan menganalisis *feed* yang akan dilakukan proses pengolahan dengan pengambilan sample dan analisis Laboratorium menggunakan analisis GCA (*Grain Counting Analisis*) dan XRF guna untuk mengetahui sebaran mineral dan kadar Sn yang terkandung dalam *feed*. Selanjutnya dilakukan pengaturan variabel terhadap alat *Shaking Table* dengan mengukur panjang pukulan dan kecepatan aliran air di atas meja. Melakukan pengaturan parameter panjang pukulan. Kemudian melakukan pengukuran kecepatan aliran air pada alat pengolahan *shaking table* (secara manual). Melakukan sampling produk dan analisis untuk hasil perolehan setelah dilakukan pengaturan variabel kemiringan meja dan panjang pukulan air di atas meja serta menghitung *recovery* konsentrat.

3. Hasil dan Pembahasan Komposisi Unsur Mineral *Feed Tailing* di Tambang Besar Batu Besi

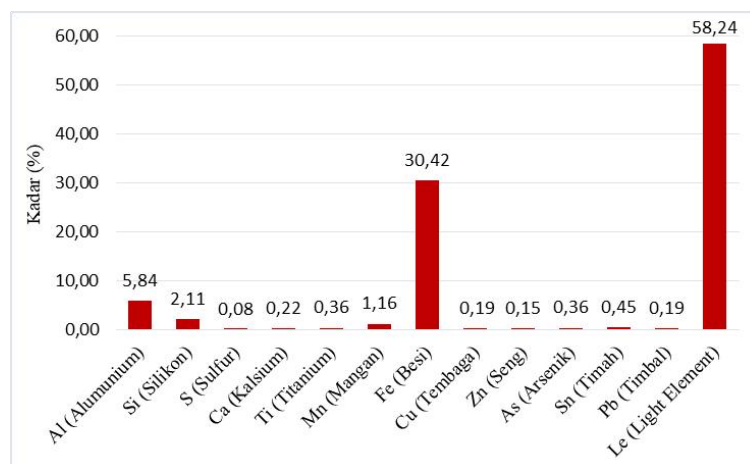
Material yang digunakan pada pengolahan *shaking table* ini adalah material Sisa Hasil

Pengolahan yang didapatkan dari kolam pengendapan *tailing*. Material dari kolam pengendapan SHP. material dilakukan preparasi sampel yang selanjutnya akan dilakukan analisis mikroskop dengan metode GCA dan uji XRF di Laboratorium. Setelah dilakukan analisis sampel *feed* di laboratorium sehingga dapat diketahui kadar Sn dalam *feed* 0,45%, kadar tersebut masih bernilai ekonomis untuk dilakukan pengolahan kembali.

Tabel 1.1 Kadar unsur pada material *feed*

| Unsur | Uji XRF (%) |
|--------------------|-------------|
| Al (Alumunium) | 5,84 |
| Si (Silikon) | 2,11 |
| S (Sulfur) | 0,08 |
| Ca (Kalsium) | 0,22 |
| Ti (Titanium) | 0,36 |
| Mn (Mangan) | 1,16 |
| Fe (Besi) | 30,42 |
| Cu (Tembaga) | 0,19 |
| Zn (Seng) | 0,15 |
| As (Arsenik) | 0,36 |
| Sn (Timah) | 0,45 |
| Pb (Timbal) | 0,19 |
| LE (Light Element) | 58,24 |

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada Tabel 4.1 sebaran komposisi unsur dalam material *feed* didominasi oleh unsur Fe kemudian unsur lainnya seperti LE, Al, Si, Mn, S, Ca, Ti, Cu, Zn, As, Pb dan Sn. Sebaran komposisi unsur dapat dideskripsikan dalam diagram berikut.



Gambar 2. Diagram sebaran komposisi unsur pada material *feed*

Kadar tertinggi terkandung pada unsur Fe dengan nilai kadar 30,42%. Tingginya unsur Fe di TB Batu Besi karena berada pada Formasi Diorit Kuarsa Batubesi. Mineral penyusun pada Formasi Diorit Kuarsa Batubesi terdiri dari kuarsa, plagioklas, K-felspar, biotit, hornblende klorit dan oksida besi. Keberadaan mineral penyusun

berupa oksida besi menyebabkan tingginya kadar besi (Fe) pada daerah penelitian. Kadar unsur Sn yang terkandung pada material *feed* sebesar 0,45%. Nilai ini cukup rendah sebagai material *feed*, hal ini karena material yang digunakan merupakan produk *tailing* dari *shaking table*. Selain nilai persentase kadar Sn yang

rendah, material *feed* juga tinggi akan LE. atau elemen ringan yang sulit terbaca oleh XRF karena berbutir sangat halus. Berikut merupakan

tabel yang menunjukkan hasil analisis komposisi mineral pada material *feed* yang dianalisis menggunakan analisis GCA.

Tabel 2. Komposisi mineral pada material *feed* menggunakan analisis GCA

| Mineral | #50 | #70 | Jumlah |
|--------------------|------------|------------|--------|
| | 35,29 gram | 47,57 gram | |
| <i>Cassiterite</i> | - | - | - |
| <i>Ilmenite</i> | - | - | - |
| <i>Monazite</i> | - | - | - |
| <i>Pyrite</i> | - | 0,75 | 0,75 |
| <i>Quartz</i> | 1,02 | 2,03 | 3,05 |
| <i>Tourmaline</i> | - | - | 0 |
| <i>Hematite</i> | 27,2 | 52,9 | 80,1 |
| <i>Magnetite</i> | 4,06 | 1,62 | 5,68 |

Komposisi mineral pada material *feed* terdiri dari *pyrite* (berwarna kuning, tembaga muda), *quartz* (tidak berwarna/bening), *hematite* (hitam besi, abu-abu besi), dan *magnetite* (hitam). Mineral didominasi oleh mineral *hematite* dan ditemukannya mineral *cassiterite* yang saling mengikat (butiran bebas). Berikut merupakan kenampakan mikroskopik pada sampel *feed*.

Kombinasi pengaturan alat yang dilakukan pada pengolahan *shaking table* berupa kemiringan *shaking table* dan panjang pukulan, dimana setiap variabel tersebut dilakukan 3 variasi. Kombinasi pengaturan variabel alat dilakukan sebanyak 3 kali, sehingga dihasilkan 27 kali percobaan

Tabel 3. Hasil Pengaturan Variabel Kemiringan *Shaking Table* dan Panjang Pukulan

| No | Kemiringan Shaking Table (°) | Panjang Pukulan (mm) | Feed | | Konsentrat | | Recovery (%) |
|----|------------------------------|----------------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|
| | | | Massa (kg) | Kadar Sn(%) | Massa (kg) | Kadar Sn(%) | |
| 1 | 8 | 12 | 100 | 0,45 | 1,15 | 8,04 | 20,75% |
| 2 | 8 | 14 | 100 | 0,45 | 1,2 | 7,26 | 19,55% |
| 3 | 8 | 16 | 100 | 0,45 | 1,27 | 6,83 | 19,47% |
| 4 | 8,5 | 12 | 100 | 0,45 | 1,02 | 8,72 | 19,96% |
| 5 | 8,5 | 14 | 100 | 0,45 | 1,15 | 7,45 | 19,23% |
| 6 | 8,5 | 16 | 100 | 0,45 | 1,09 | 7,48 | 18,63% |
| 7 | 9 | 12 | 100 | 0,45 | 0,95 | 8,91 | 19,00% |
| 8 | 9 | 14 | 100 | 0,45 | 1,08 | 7,56 | 18,32% |
| 9 | 9 | 16 | 100 | 0,45 | 1,03 | 7,9 | 18,26% |

Kadar Sn tertinggi diperoleh pada kombinasi variabel kemiringan 9° dan panjang pukulan 12 mm yaitu sebesar 8,91% dan nilai *recovery* tertinggi diperoleh kemiringan 8° dan panjang pukulan 12 mm yaitu sebesar 20,75%. Sedangkan kadar Sn terendah diperoleh pada kombinasi kemiringan 8° dan panjang pukulan 16 mm yaitu sebesar 6,83% dan nilai *recovery* terendah diperoleh kemiringan 9° dan panjang pukulan 16 mm yaitu sebesar 18,26%.

Pengaturan variasi pada pengolahan *shaking table* ini dilakukan pada kemiringan 8°, kemiringan 8,5° dan kemiringan 9°. Kadar Sn tertinggi terdapat pada kemiringan 9° yaitu sebesar 8,91%. Semakin besar kemiringan *shaking table* maka kadar Sn cenderung semakin tinggi karena sebagian besar mineral pengotor masuk kedalam zona *tailing*. Hal ini karena gaya gravitasi yang bekerja pada material yang dominan memiliki ukuran butir halus. Semakin besar kemiringan *shaking table* maka berat

konsentrat yang dihasilkan semakin sedikit, karena mineral berharga yang berukuran halus akan jatuh kedalam zona konsentrat. Kadar Sn terendah ditunjukkan pada pengaturan kemiringan 8° yaitu sebesar 6,83%. Pengaruh kemiringan *shaking table* pada kadar Sn dari grafik pada gambar menunjukkan bahwa semakin kecil kemiringan *shaking table* maka kadar Sn relatif mengalami penurunan. Semakin kecil kemiringan *shaking table* maka berat konsentrat semakin tinggi, hal ini karena gaya gravitasi yang bekerja pada material yang dominan berukuran butir halus sangat kecil, sehingga mineral berharga akan jatuh kedalam zona *middling* atau *tailing*.

Nilai *recovery* Sn tertinggi didapatkan pada variabel kemiringan 8° sebesar 20,75%, semakin kecil sudut kemiringan *shaking table* maka nilai *recovery* pengolahan SHP relatif semakin besar, hal ini karena gaya tarik gravitasi yang bekerja pada material, semakin kecil kemiringan *shaking table* akan membuat mineral pengotor memiliki

peluang yang semakin kecil untuk tertahan diantara sela-sela *riffle*, kemudian material pengotor yang bergerak menuju zona *middling* dan *tailing* cenderung sedikit, sehingga material berharga lebih banyak masuk kedalam zona konsentrat. Nilai *recovery* Sn terendah didapatkan pada variabel kemiringan 9° sebesar 18,26%, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan yang digunakan maka nilai *recovery* relatif semakin kecil, gaya tarik gravitasi akan semakin besar dan membuat mineral berharga memiliki peluang yang semakin kecil untuk tertahan diantara sela-sela *riffle*, sehingga material pengotor terlalu banyak bergerak menuju zona konsentrat dan material berharga masuk kedalam zona *middling* dan *tailing*.

Pengaturan variasi pada pengolahan *shaking table* ini dilakukan pada panjang pukulan 12 mm, 14 mm, dan 16 mm. Kadar Sn tertinggi terdapat pada panjang pukulan 12 mm dengan kadar Sn sebesar 8,91%, semakin besar jumlah pukulan, maka semakin cepat pemisahan antara mineral *cassiterite* dari mineral pengotor. Mineral yang masuk ke zona konsentrat, *middling*, dan *tailing* terpisah dengan baik karena gaya angkat pada hentakan meja, gaya dorong terhadap *feed* yang tinggi membuat mineral-mineral ringan tidak masuk ke arah zona konsentrat. Kadar Sn terendah terdapat pada variabel panjang pukulan 16 mm dengan kadar Sn sebesar 6,83%. Semakin sedikit jumlah pukulan, maka semakin lambat mineral *cassiterite* akan terpisah dengan mineral pengotor dan menyebabkan pemisahan mineral kurang baik.

Nilai *recovery* tertinggi didapatkan pada variabel panjang pukulan 12 mm dengan nilai

recovery sebesar 20,75%, semakin kecil jumlah pukulan, maka semakin cepat mineral *cassiterite* terpisah dari mineral pengotor sehingga *recovery* yang dihasilkan semakin tinggi. Mineral yang masuk ke zona konsentrat, *middling*, dan *tailing* terpisah dengan baik karena gaya angkat pada hentakan meja, gaya dorong terhadap *feed* yang tidak begitu tinggi membuat mineral-mineral ringan masuk ke arah zona konsentrat. Pada variasi panjang pukulan 12 mm menghasilkan kadar Sn yang relatif rendah, namun massa yang relatif banyak dibandingkan dengan variasi lain. Hal ini disebabkan panjang pukulan yang kecil sehingga hentakan meja tidak terlalu tinggi dan material halus juga tidak terangkat tinggi. Nilai *recovery* terendah didapatkan pada variabel panjang pukulan 16 mm dengan nilai *recovery* sebesar 18,26%. Hal ini dipengaruhi oleh gaya angkat dan gaya dorong yang diberikan oleh meja semakin besar, sehingga mineral berharga yang berukuran kecil akan semakin mudah terdorong jauh ke zona *middling* dan *tailing*, material yang digunakan pada pengujian *shaking table* ini adalah material halus, panjang pukulan dengan jumlah banyak membuat hentakan meja terlalu tinggi dan material halus juga terangkat tinggi.

Pengaturan variabel kombinasi dilakukan berdasarkan pengaturan kemiringan *shaking table* dengan panjang pukulan. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan sebanyak 9 variasi pada setiap percobaan maka diperoleh massa konsentrat, *middling*, dan *tailing* yang kemudian akan dilakukan proses analisis kadar menggunakan XRF. Berikut adalah hasil kombinasi berdasarkan analisis XRF Portabel dan perhitungan yang dilakukan telah dilakukan.

Tabel 4. Hasil kombinasi kedua variabel

| Kemiringan Shaking Table (°) | Panjang Pukulan (mm) | Feed | | Konsentrat | | Middling | | Tailing | | Recovery (%) |
|------------------------------|----------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|--------------|
| | | Massa (kg) | Kadar (%) | Massa (kg) | Kadar (%) | Massa (kg) | Kadar (%) | Massa (kg) | Kadar (%) | |
| 8 | 12 | 100 | 0,45 | 1,15 | 8,04 | 55.5 | 0.84 | 42.1 | 0.39 | 20,75% |
| 8 | 14 | 100 | 0,45 | 1,2 | 7,26 | 45.3 | 0.61 | 51 | 0.4 | 19,55% |
| 8 | 16 | 100 | 0,45 | 1,27 | 6,83 | 49.4 | 0.59 | 45 | 0.39 | 19,47% |
| 8,5 | 12 | 100 | 0,45 | 1,02 | 8,72 | 44.8 | 0.568 | 50.6 | 0.26 | 19,96% |
| 8,5 | 14 | 100 | 0,45 | 1,15 | 7,45 | 49.6 | 0.68 | 44.8 | 0.26 | 19,23% |
| 8,5 | 16 | 100 | 0,45 | 1,09 | 7,48 | 37.2 | 0.83 | 60.4 | 0.41 | 18,63% |
| 9 | 12 | 100 | 0,45 | 0,95 | 8,91 | 22.1 | 1.34 | 76.5 | 0.44 | 19,00% |
| 9 | 14 | 100 | 0,45 | 1,08 | 7,56 | 31.1 | 0.94 | 67.1 | 0.44 | 18,32% |
| 9 | 16 | 100 | 0,45 | 1,03 | 7,9 | 36.8 | 0.84 | 61.2 | 0.42 | 18,26% |

Nilai *recovery* tertinggi didapatkan pada kombinasi variasi kemiringan *shaking table* 8° dan panjang pukulan 12 mm dengan massa 1,15 kg konsentrat, kadar Sn 8,04% dan *recovery* 20,75%. Hal ini disebabkan karena kemiringan *shaking table* yang tidak terlalu besar dan material yang digunakan berukuran halus

sehingga kadar Sn yang dihasilkan cukup tinggi serta berat material relatif banyak karena kecilnya sudut kemiringan *shaking table*, hal ini karena gaya tarik gravitasi yang bekerja pada *shaking table* semakin kecil dan membuat mineral pengotor memiliki peluang yang semakin besar untuk tertahan di antara sela-sela *riffle*, kemudian material berharga masuk kedalam zona konsentrat.

Nilai *recovery* terendah didapatkan pada kombinasi variasi kemiringan *shaking table* 9° dan panjang pukulan 16 mm dengan massa konsentrat 1,03 kg, kadar Sn 6,83% dan *recovery* 18,26%. Hal ini disebabkan karena kemiringan *shaking table* yang besar, material yang berukuran halus menyebabkan material yang masuk kedalam zona konsentrat sehingga kadar Sn yang dihasilkan cukup tinggi dan berat material relatif sedikit karena kecilnya sudut kemiringan *shaking table*, karena gaya tarik gravitasi akan semakin kecil dan membuat mineral pengotor memiliki peluang yang semakin besar untuk tertahan diantara sela-sela *riffle*, kemudian material berharga masuk kedalam zona konsentrat.

Proses pengolahan bijih timah primer menggunakan *shaking table* dilakukan dengan dua tahapan yaitu tahap pertama dan tahap kedua, oleh karena itu mineral berharga yang terkandung dalam material dari sisa hasil proses pengolahan *shaking table* masih bernilai ekonomis untuk dilakukan proses pengolahan kembali. Berikut merupakan Diagram alur proses pengolahan di TB Batu Besi di PT Timah Tbk

Material yang masuk kedalam *feeder box* kemudian diangkat menggunakan *belt conveyor* untuk dilakukan proses *grinding* menggunakan *ball mill*. Material yang halus akan dialirkan ke *distribution box* terlebih dahulu, agar material terbagi rata ke setiap *shaking table*. Pertama material akan diolah menggunakan *Shaking Table Primer*, *Shaking Table Primer* menghasilkan tiga produk yaitu konsentrat dengan kadar Sn ±8%, produk kedua yaitu *middling* yang akan dialirkan ke *shaking table* sekunder, kemudian produk ketiga adalah *tailing* yang langsung dialirkan menuju kolam pengendapan. Material *middling* dari *shaking table* pertama diolah kembali menggunakan *shaking table* sekunder. *Shaking Table Sekunder* menghasilkan tiga produk yaitu konsentrat dengan kadar Sn ±8%, dan produk *middling* dan *tailing* yang akan dialirkan ke kolam pengendapan.

Kadar Sn pada material sisa hasil proses pengolahan yaitu 0,45% dan kadar Sn per mesh berkisar 0,3% sampai 0,8%, menurut laporan produksi harian TB Batu Besi *feed* untuk

penggerusan *ball mill* adalah *feed* dengan kadar Sn minimal 0,3% sampai dengan kadar Sn 0,9%. Karena kadar Sn pada *fresh feed* dan kadar Sn pada *tailing* memiliki kadar yang tidak berbeda jauh, maka variasi pengaturan kemiringan *shaking table* dan panjang pukulan ditentukan dengan pengaturan yang hampir sama dengan pengaturan alat *shaking table* pada tahap pertama, namun memiliki perbedaan pada laju air pencucian dan laju *feed*, karena material *tailing* memiliki sedikit *clay*, berbeda dengan *feed* yang dominan dengan *clay* sehingga membutuhkan debit air yang tinggi untuk memisahkan material pengotor dengan mineral berharga.

Hasil dari percobaan pertama yang dilakukan menggunakan alat *shaking table* dengan variasi sebanyak 9 variasi, didapatkan satu pengaturan *shaking table* yang memiliki *recovery* paling tinggi dan kadar yang memenuhi standar kadar Sn pada perusahaan yaitu ±8%. Percobaan dengan nilai *recovery* paling tinggi terdapat pada pengaturan kemiringan *shaking table* 8° dan panjang pukulan 12 mm dengan kadar Sn 8,04% dan *recovery* yang didapatkan sebesar 20,75%. Agar mendapatkan hasil yang optimal untuk melakukan rekomendasi penambahan satu alur pengolahan untuk *tailing*, dilakukan percobaan kembali menggunakan *feed* yang sama dengan pengaturan alat *shaking table* yaitu kemiringan *shaking table* 8° dan Panjang pukulan 12 mm. *Feed* yang digunakan pada pengolahan *shaking table* kedua ini sebanyak ± 5 ton, material sebanyak ± 5 ton tersebut kemudian dibagi menjadi lima bagian agar dapat lebih mudah melakukan percobaan dan perhitungan *recovery* yang kemungkinan mempengaruhi hasil konsentrat, *middling* dan *tailing*. Pengolahan *shaking table* yang kedua ini dilakukan agar mendapatkan gambaran untuk rekomendasi alur pengolahan *tailing* dalam skala pabrik. Setelah dilakukan pengolahan *shaking table* kedua didapatkan sampel konsentrat, *middling* dan *tailing* kemudian dilakukan analisis XRF pada material *middling* dan *tailing* yang merupakan produk hasil dari proses pengolahan percobaan kedua. Berikut adalah data perolehan *recovery* rata-rata pada percobaan kedua.

Tabel 5 Hasil kadar Sn dan *recovery* pada percobaan kedua

| Percobaan | Feed | | Konsentrat | | Recovery (%) | Debit air L/menit | laju <i>feed</i> |
|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|
| | Berat (kg) | Kadar (%Sn) | Berat (kg) | Kadar (%Sn) | | | |
| 1 | 479,09 | 0,45 | 4,29 | 6,56 | 13,03 | 30 | 136,88 |
| 2 | 803 | 0,45 | 7,6 | 8,98 | 18,9 | 30 | 131,29 |
| 3 | 808,92 | 0,45 | 5,42 | 10,02 | 14,93 | 30 | 260,94 |
| 4 | 835,73 | 0,45 | 7,83 | 7,67 | 15,97 | 30 | 332,96 |
| 5 | 946,98 | 0,45 | 11,87 | 7,39 | 20,59 | 30 | 204,53 |
| Total rata-rata | 3873,71 | 0,45 | 37,01 | 8,12 | 17,25 | 30 | 213,32 |

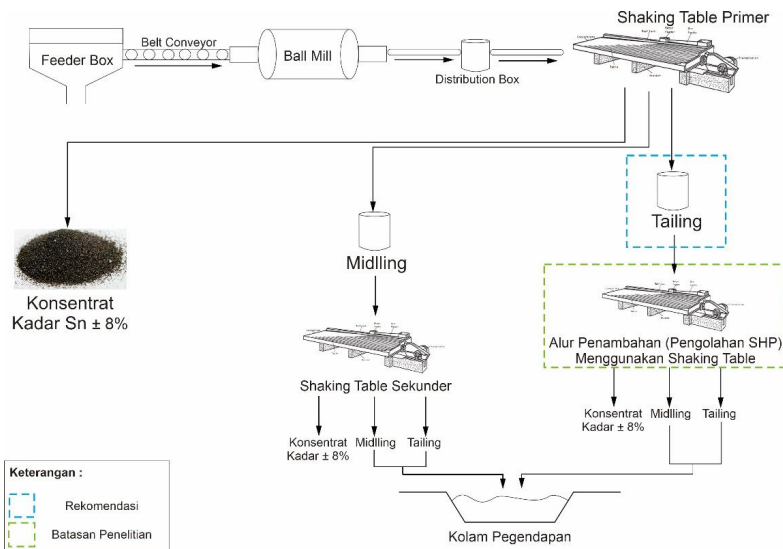
Setelah dilakukan analisis XRF, kadar Sn tertinggi diperoleh pada sampel percobaan ketiga yaitu sebesar 10,02% dan kadar Sn terendah diperoleh pada sampel percobaan satu yaitu sebesar 6,56%. Perolehan *recovery* yang didapatkan juga relatif seragam yaitu 13,03%; 18,90%; 14,93%; 15,97; 20,59% nilai *recovery* yang didapatkan pada percobaan kedua ini berbeda dengan percobaan pertama, rentang *recovery* pada percobaan pertama adalah 18,26% sampai dengan 20,75% sedangkan rentang *recovery* pada percobaan kedua yaitu 13,03% sampai 20,59%. Untuk mengitung rata-rata *recovery* menggunakan Persamaan 2.7 sehingga diketahui persentase kadar Sn seluruh material konsentrat.

Hasil perhitungan *recovery* total dari percobaan kedua adalah 17,25%, hasil perhitungan *recovery* ini akan digunakan sebagai

estimasi *recovery* pada alur pengolahan ketiga, dimana alur pengolahan pertama dan kedua jika digabungkan memiliki *recovery* rata-rata yaitu ±15% (laporan produksi harian TB Batu Besi PT Timah Tbk). Adapun estimasi peningkatan *recovery* jika ditambahkan alur pengolahan SHP pada TB Batu Besi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi Recovery} &= 15\% + ((100\% - 15\%) \times 17,25\%) \\ &= 29,55\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan estimasi *recovery* diatas, jika dilakukan penambahan satu alur pengolahan SHP menggunakan shaking table pada TB Batu Besi maka *recovery* perusahaan akan bertambah dari ±15% menjadi ±29,55%. Berikut merupakan rancangan jika dilakukannya penambahan satu alur pengolahan SHP di TB Batu Besi PT Timah Tbk.



Gambar 3. Diagram penambahan satu alur proses pengolahan di TB Batu Besi

Rancangan penambahan satu alur pengolahan SHP menggunakan shaking table akan dilakukan seperti pada gambar 3, Feed dengan ukuran $\geq 1,5\text{cm}$ akan Kembali ke cone crusher untuk dilakukan reduksi ukuran Kembali, feed ukuran $\leq 1,5\text{ cm}$ akan langsung menuju ke ball mill untuk dilakukan grinding sampai material $\geq 150\#$, selanjutnya akan diklasifikasikan dengan alat classifier. output claasifier dengan ukuran $\leq 150\#$ menjadi oversize yang akan kembali ke ball mill untuk di grinding sedangkan feed $\geq 150\#$ akan menjadi umpan shaking table primer. Output dari shaking table primer berupa konsentrat, middling dan tailing. Konsentrat shaking table primer akan dibawa ke Gudang, output midling akan digunakan sebagai umpan shaking table sekunder serta tailing akan dialirkan menuju shaking table untuk dilakukan

pengolahan kembali. Pengaturan alat pada alur pengolahan SHP akan disesuaikan dengan variasi paling optimal yaitu kemiringan meja 8° , Panjang pukulan 12 mm, debit air 30 liter /menit dan rata rata laju produk 213 liter/menit.

4. Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan komposisi unsur *feed* berdasarkan uji XRF berpotensi untuk dilakukan pengolahan kembali karena masih memiliki nilai ekonomis yaitu dengan persentase kadar Sn 0,45% dan persentase kadar unsur lainnya (Fe, LE, Al, Si, Mn, S, Ca, Ti, Cu, Zn, As, dan Pb) sebesar $<1\% - 54,26\%$. Pengaturan variabel *shaking table* dengan kemiringan 8° dan panjang pukulan 12 mm merupakan variabel paling optimal, karena menghasilkan persentase kadar Sn yang memenuhi standar perusahaan ($\pm 8\%$) serta nilai *recovery* tertinggi. Penambahan satu alur

pengolahan SHP dapat meningkatkan *recovery* pengolahan dari $\pm 15\%$ menjadi $\pm 29,55\%$.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak PT Timah Tbk terkhusus bidang pengolahan Tambang Besar Batu Besi yang telah mengizinkan peneliti melakukan penelitian di Bidang Pengolahan di Tambang Besar Batu Besi Belitung Timur.

Daftar Pustaka

- Chaterjee, A. 1998. Role of Particle Size in Mineral Processing at Tata Steel India. International Journal of Mineral Processing, vol 53, ppl 14
- Curie, J, M. (1994). *Unit Operations of Mineral Processing*, British Columbia Institute of Technology: Bumaby.
- Dewi, A. S. (2020). Analisis Kelayakan Standar Kasiterit pada Material *Tailing* Dengan Metode Break Even Point di TK 4.218 Desa Paku Kecamatan Payung Bangka Selatan PT Timah Tbk. Kepulauan Bangka Belitung. *Skripsi*, Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung: Bangka.
- Gaudin, A. M. (1939). *Principles of Mineral Dressing*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Hakim, L. (1997). Studi Pemodelan Matematika Sederhana Operasi Meja Goyang Merk Denver Model No. 15-5 Conenco Rougher Menggunakan metode Least squares. *Tugas Akhir*. Teknik Pertambangan ITB: Bandung.
- Kelly, G. & Spottiswood, D. J. (1982). *Introduction to Mineral Processing*. New York: John Willey & Sons.
- Taggart, A. F. (1976). *Handbook of Mineral Dressing Ores and Industrial Minerals*. Toronto: New York: Chicester. Brisbane.
- Tobing, S. L., (2002). *Prinsip Dasar Pengolahan Bahan Galian*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA
- Wills, B.A. & James, A.F. (2016). *Will's Mineral Processing Technology. 8th Edition*. Elsevier Book Aid International. th
- Wills, B.A., Napier, T.J. dan Munn. (2006). *Mineral Processing Technology 7th Edition*. Elsevier Science & Technology Books: Australia.