



**OPTIMASI *RECOVERY CASSITERITE* (SnO_2) PADA KIP TIMAH 19
PT TIMAH TBK**

***OPTIMIZATION OF CASSITERITE* (SnO_2) *RECOVERY AT KIP TIMAH 19*
*PT TIMAH TBK***

R. Ferdian¹, T. Toha², E. Ibrahim³, M. Yusuf⁴, S. Komar⁵

¹⁻⁵Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya

¹⁻⁵Jalan Padang Selasa No. 524 Bukit Besar Palembang

e-mail: ririferdian2708@gmail.com, taufiktoha@ft.unsri.ac.id, eddyibrahim@ft.unsri.ac.id,
maulanayusuf@ft.unsri.ac.id, syamsulkomar@ft.unsri.ac.id.

ABSTRAK

Recovery cassiterite merupakan salah satu indikator dalam keberhasilan proses pemisahan *cassiterite* dengan mineral pengotornya. Kapal Isap Produksi (KIP) Timah 19 merupakan armada operasional penambangan milik PT Timah Tbk yang beroperasi di wilayah laut Kundur, Kabupaten Karimun, Kepulauan Riau. Proses pencucian bijih timah (*cassiterite*) pada KIP Timah 19 menggunakan *Pan American Jig* sebagai alat konsentrasinya, namun nilai *recovery*-nya masih di bawah standar perusahaan yaitu berkisar 90%-94%. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi variabel operasi *jig* yang mempengaruhi rendahnya capaian *recovery cassiterite* dalam proses pencucian bijih timah untuk mendapatkan *recovery* yang optimal sesuai dengan persyaratan perusahaan (di atas 96%). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif evaluatif dengan melakukan perubahan pada variabel operasi *jig* untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengoptimalan *recovery* pada *jig* dapat tercapai setelah dilakukan perubahan atau penyesuaian salah satu variabel operasi *jig*, yaitu dengan panjang 32 mm, 26 mm dan 19 mm dan frekuensi pukulan *jig* sebesar 140 pukulan per menit. *Recovery* akhir dari *jig* primer BB 1 dan BB 2 meningkat dari 94,27% dan 96,58% menjadi 98,60% dan 98,73%.

Kata kunci: *recovery, cassiterite, pan american jig*

ABSTRACT

Cassiterite recovery is one indicator of the success of the *cassiterite* separation process with impurity minerals. Production Suction Ship (KIP) Timah 19 is a mining operational fleet owned by PT Timah Tbk which operates in the Kundur sea area, Karimun Regency, Riau Islands. The washing process of *cassiterite* at KIP Timah 19 uses a *Pan American jig* as a concentrating tool, however, the *recovery* value is still below the company standard, which is around 90%-94%. This study aims to evaluate the *jig* operation variables that affect the low *recovery* of *cassiterite* in the tin ore leaching process to obtain optimal *recovery* in accordance with company requirements (above 96%). This research uses descriptive evaluative method by making changes to the *jig* operation variables to get the expected results. The results of this study indicate that *recovery* optimization in the *jig* can be achieved after making changes/adjustments to one of the *jig* operating variables, namely with a length of 32 mm, 26 mm and 19 mm and a *jig* stroke frequency of 140 strokes per minute. The final *recovery* of the BB 1 and BB 2 primary jigs increased from 94.27% and 96.58% to 98.60% and 98.73%.

Keywords: *recovery, cassiterite, pan american jig*

PENDAHULUAN

Recovery merupakan indikator keberhasilan proses pemisahan mineral dalam *jig* [1]. *Recovery* menghitung seberapa besar kemampuan *jig* untuk melakukan penangkapan *cassiterite* dalam proses *jigging* terhadap *feed* yang masuk. *Recovery* rendah diartikan bahwa banyak mineral *losses* (hanyut) yang terbawa aliran air (*flow rate*) di atas *jig*. Sebaliknya *recovery* yang tinggi terjadi pada *jig* yang mampu menangkap *cassiterite* sebanyak-banyaknya dalam proses *jigging*. Pencapaian *recovery* yang tinggi ini berhubungan dengan variabel-variabel yang ada dalam proses *jigging* seperti panjang pukulan, frekuensi pukulan, kecepatan aliran air permukaan *jig*, tebal *bed* yang digunakan dan jumlah air tambahan (*underwater*) [2].

Kapal Isap Produksi Timah 19 (KIP Timah 19) merupakan salah satu armada pertambangan milik PT Timah Tbk yang beroperasi di Wilayah Kundur, Kabupaten Karimun, Provinsi Kepulauan Riau. Sistem penggaliannya menggunakan *cutter* dan pipa isap untuk memindahkan material yang mengandung Timah dari bawah laut [3]. Sistem pemisahan *cassiterite* pada di KIP Timah 19 menggunakan *pan american jig* yang dilakukan dalam dua tahapan yaitu *jig* primer dan *jig* sekunder [4]. Dari laporan Tim Perencanaan Evaluasi Produksi menunjukkan kadar konsentrat final dari *cassiterite* antara 20% - 30% SnO₂. Tetapi *recovery* final dari seluruh proses *jig* yaitu 90% - 94% masih terdapat nilai *recovery* di bawah standar yang ditetapkan perusahaan yaitu di atas 96% sehingga perlu untuk melakukan pengoptimalan.

Penelitian sebelumnya telah banyak membahas tentang *recovery* dalam kemampuan *jig* untuk melakukan pemisahan *cassiterite* pada timah (Gambar 1). Fathiyah Selviyana (2015) menemukan bahwa mengurangi ketebalan lapisan *jig bed* dapat meningkatkan *recovery*, tetapi juga menghasilkan kadar dan *losses* yang lebih rendah [5]. Rifky Andry (2017), berfokus terhadap analisis *recovery* dan keberhasilan kinerja alat pencucian bijih timah pada Kapal Isap Produksi (KIP) dalam mengoptimalkan perolehan *cassiterite* (bijih timah) [6]. Penelitian yang dilakukan oleh C. Oentari, dkk (2019) membahas permasalahan rendahnya nilai kadar dan *recovery* dari alat *jig pan american* di PPBT PT Timah (Persero) Tbk. Masalah ini disebabkan oleh variabel operasi *jig* yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menilai nilai aktual *grade* dan *recovery* dari alat *pan american jig*, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *jig*. Tujuan akhirnya adalah untuk mengevaluasi faktor-faktor tersebut dari sudut pandang teknis dan menghasilkan konsentrat yang memenuhi nilai kadar dan *recovery* yang dapat diterima oleh perusahaan [7]. Fauzi akbar, dkk (2020) berfokus membahas pengoptimalan hasil *recovery cassiterite* dengan memperhatikan variabel *jig* seperti kecepatan aliran, panjang dan frekuensi pukulan, sehingga dengan meminimalisir kesalahan dari variabel operasi *jig* tersebut dapat meningkatkan *recovery* bijih timah pada kapal keruk.

seperti kecepatan aliran, panjang dan frekuensi pukulan, sehingga dengan meminimalisir kesalahan dari variabel operasi *jig* tersebut dapat meningkatkan *recovery* bijih timah pada kapal keruk [8].

Berdasarkan penelitian terdahulu, belum terdapat penelitian yang membahas mengenai evaluasi kadar dan distribusi fraksi *cassiterite* pada setiap kompartemen di *jig* primer maupun *jig* sekunder. Sehingga tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kompartemen mana yang harus dievaluasi variabel operasi *jig* yang mempengaruhi rendahnya *recovery cassiterite* dalam proses produksi di KIP Timah 19.

Fathiyah Selviyana (2015)

Penelitian ini menemukan bahwa mengurangi ketebalan lapisan *jig bed* dapat meningkatkan *recovery*, tetapi juga menghasilkan kadar dan *losses* yang lebih rendah.



Rifky Andry (2017)

Analisis *recovery* dan keberhasilan kinerja alat pencucian bijih timah pada Kapal Isap Produksi (KIP) dalam mengoptimalkan perolehan *cassiterite* (bijih timah).



C. Oentari, dkk (2019)

Penelitian ini membahas permasalahan rendahnya nilai kadar dan *recovery* dari alat *pan american jig* di PPBT PT Timah (Persero) Tbk. Masalah ini disebabkan oleh variabel operasi *jig* yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menilai nilai aktual *grade* dan *recovery* dari alat *pan american jig*, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *jig*. Tujuan akhirnya adalah untuk mengevaluasi faktor-faktor tersebut dari sudut pandang teknis dan menghasilkan konsentrat yang memenuhi nilai kadar dan *recovery* yang dapat diterima oleh perusahaan.



Fauzi akbar, dkk (2020)

Pengoptimalan hasil *recovery cassiterite* dengan memperhatikan variabel *jig* seperti kecepatan aliran, panjang dan frekuensi pukulan, sehingga dengan meminimalisir kesalahan dari variabel operasi *jig* tersebut dapat meningkatkan *recovery* bijih timah pada kapal keruk.

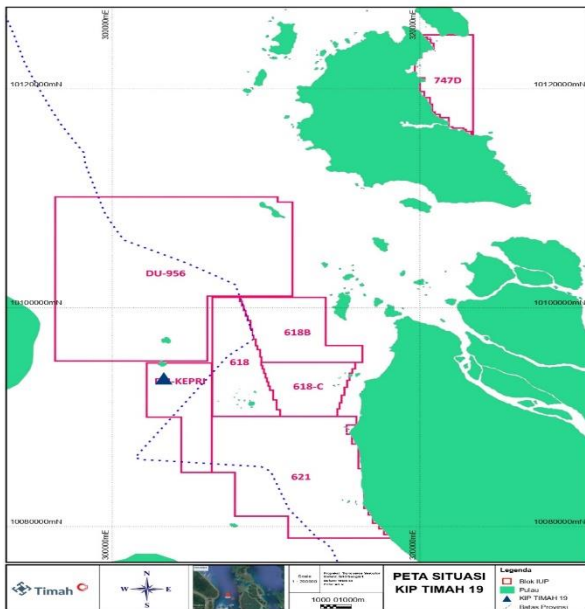


Optimalisasi *Recovery Cassiterite* (SnO₂) Pada KIP Timah 19 Tbk.
 Pengembangan Penelitian:
 Mengevaluasi kadar dan distribusi *cassiterite* pada setiap kompartemen *pan american jig*, sehingga dapat diketahui kompartemen mana yang paling membutuhkan perubahan variabel operasi *jig* untuk meningkatkan *recovery* produksi.

Gambar 1. State of the Art Penelitian

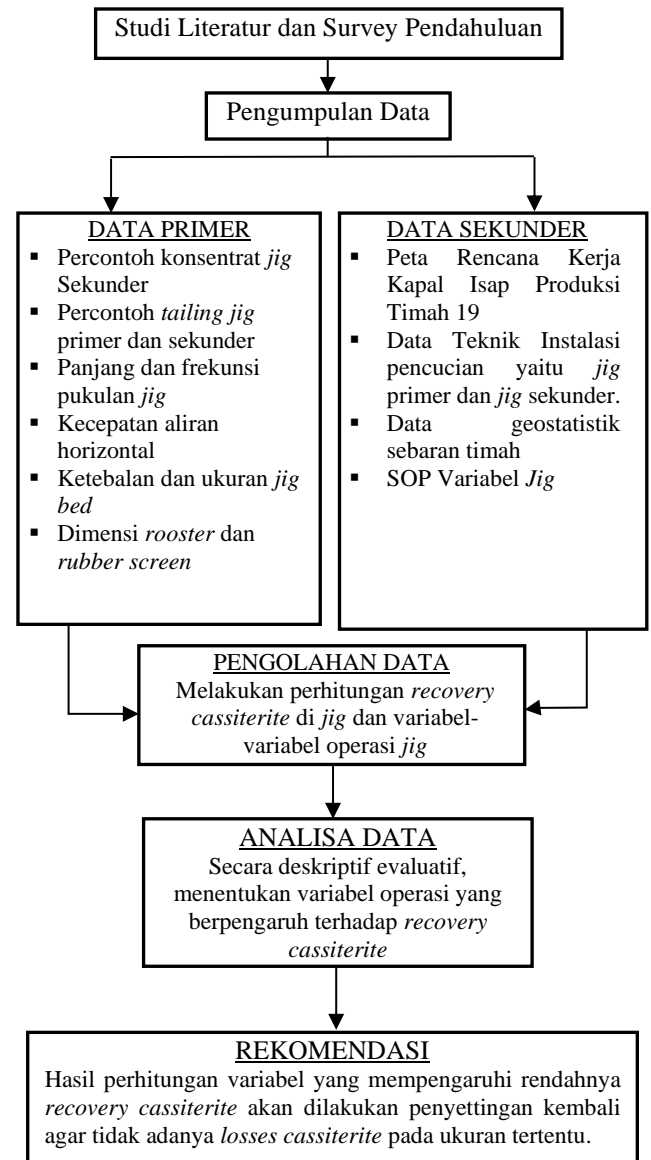
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di KIP Timah 19 Unit Produksi Kunder tepatnya di IUP PT Timah Tbk DU 618A (DU Kepri) Kabupaten Karimun Kepulauan Riau dengan koordinat UTM Zona 48 Koordinat Bujur (X) 0303390 dan Koordinat Lintang (Y) 0093527. Waktu tempuh dari Pelabuhan Sekumbang dengan menggunakan kapal cepat diperkirakan akan memakan waktu selama 20 menit (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Metode pendekatan penelitian ini adalah deskriptif evaluatif, yang melibatkan evaluasi kondisi obyektif dan karakteristik dari suatu situasi yang menjadi subjek penelitian. Kemudian dilakukan percobaan dengan melakukan perubahan pada variabel operasi *jig* untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Akhir dari penelitian ini akan memberikan hasil berupa nilai *recovery* atau perolehan *cassiterite* pada *system* operasi pencucian bijih timah pada KIP Timah 19.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Proses Pengambilan Data

- A. Tahapan pengambilan percontohan (*sampling*)
 Tahapan ini dilakukan dengan dua cara dengan frekuensi pengambilan dilakukan selang waktu 3 jam berdasarkan Standar *Operating Procedures* (SOP) dan Instruksi Kerja (IK) dari PT Timah Tbk:
- Pemercontohan di saluran konsentrat *jig*
 Permodel di saluran konsentrat *jig* diterapkan secara seragam ke semua tahapan *jig*, mencakup:
 - Proses pengambilan sampel dilakukan secara bersamaan di semua kompartemen dalam *jig*.
 - Pengambilan percontohan konsentrat *jig* dengan menggunakan kantong plastik dengan jalan menampung konsentrat yang keluar dari setiap lubang (kompartemen) selama 10 detik.



- (3) Percontoh dari lubang *spigot* pada kompartemen yang sama dalam 1 *jig*, digabung dalam 1 kantong plastik.
 - (4) Percontoh atau *sampling* kompartemen A, B dan C digabungkan.
 - (5) Selanjutnya, cairan yang terdapat pada spesimen (yang terdapat dalam kantong plastik) dibuang. Untuk pengukuran berat tambahan (selagi benda masih basah).
 - (6) Tahap akhir, sampel kembali dimasukkan ke dalam kantong plastik kemudian diberi label.
- b. Pengambilan percontoh di saluran *tailing jig*
Proses pengambilan sampel di saluran *tailing jig* konsisten di seluruh tahapan *jig*, yang meliputi hal-hal berikut ini:
- (1) Proses pengambilan sampel melibatkan pemindahan ember tusuk ke seluruh lebar saluran *jig* selama 20 detik.
 - (2) Selanjutnya, contoh yang diperoleh dipindahkan ke dalam wadah.
 - (3) Kemudian langkah (1) dan (2) dilakukan kembali dengan cara yang sama pada saluran tersebut (hal ini tergantung dari jumlah banyaknya kompartemen dalam 1 *jig*). Apabila di dalam 1 *jig* memiliki 2 x 3 *cell*, maka artinya terdapat 2 saluran dengan masing-masing saluran terdapat 3 kompartemen. Maka waktu yang diperlukan untuk *sampling tailing* dalam 1 *jig* adalah $2 \times (1 \times 2 \times 20 \text{ detik}) = 80 \text{ detik}$.
 - (4) Kemudian setelah dilakukan pengendapan, air endapan percontohan yang terdapat di dalam ember dibuang, kemudian ditimbang jumlah berat basahnya.
 - (5) Percontohan yang diperoleh dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label.
- c. Pengambilan percontoh di *oversize* saring putar *Sampling* di *oversize* saring putar dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:
- (1) Berkoordinasi dengan operator penggalian terkait posisi lubang bor yang akan dilakukan *sampling* atau pengambilan percontoh.
 - (2) Setelah posisi koordinat tepat, percontoh diambil dari ujung saring putar dengan menggunakan ember selama 10 detik.
 - (3) Percontohan yang telah diambil, dicuci bersih dan ditimbang serta dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label.
- B. Tahapan Preparasi Percontohan
Preparasi percontoh ini dilakukan dalam dua tahap meliputi:
- a. Preparasi percontoh di lapangan
Preparasi percontoh di lapangan meliputi semua kegiatan penanganan percontoh yang didapat di lapangan sampai percontoh tersebut dibawa ke laboratorium. Kegiatan ini terdiri dari:
 - (1) Pengurangan air
 - (2) Penimbangan
 - (3) Memberi tanda
 - b. Preparasi percontoh di laboratorium
Preparasi percontoh di laboratorium meliputi pekerjaan penanganan terhadap percontoh, mulai dari percontoh masuk di laboratorium, sampai percontoh tersebut siap untuk dianalisis. Preparasi ini meliputi tahapan pekerjaan sebagai berikut:
 - (1) Pengeringan dan penimbangan percontoh
 - (2) Pendulangan
 - (3) Pengeringan dan penimbangan konsentrat dulang
 - (4) Memperkecil percontoh
 - (5) Analisis ayak
- C. Tahapan Pengambilan Data Variabel Proses *Jig*
Setelah melakukan pengambilan percontoh, maka dilanjutkan dengan pengamatan dan pengambilan data variabel proses *jig*. Data tersebut meliputi:
- a. Panjang dan frekuensi pukulan *jig*
 - b. Kecepatan aliran horizontal
 - c. Ketebalan dan ukuran *jig bed* yang digunakan
 - d. Dimensi *rooster* dan *rubber screen* seluruh kompartemen *jig*
- Tahap Analisa dan Pengolahan Data**
- A. Analisis Mikroskop
Analisa mikroskop dilakukan guna untuk mengetahui kadar *cassiterite* serta mineral lain yang terkandung menggunakan metode *grain counting*. Pada analisis ini, jumlah butiran *cassiterite* serta mineral ikutan lainnya setiap fraksi, yang terdapat pada diagonal kisi-kisi kaca preparat dimana mineral tersebut ditaburkan membentuk sebuah lapisan partikel di atasnya dan dicatat dalam *Laboratory Hand Counter*. Adapun peralatan yang digunakan yaitu:
- a. Mikroskop *Olympus* BO 61 dan kaca preparat percontoh
 - b. *Mineralight* HPR 2
 - c. *Laboratory Hand Counter-Clay Adams*
 - d. Timbangan AD 4321
 - e. *Shaker Sieve Test HAVER EML 2000 Digital Haver-Bocker*
- Berikut adalah langkah-langkah dalam analisa mikroskop:
- a. Percontohan yang telah dicuci sebelumnya, dilakukan pengeringan dengan cara pengorengan dengan wajan hingga kering
 - b. Percontohan yang telah kering kemudian ditimbang.
 - c. Percontohan digunakan sebanyak ± 250 gram, jika percontohan yang akan digunakan terlalu banyak maka harus dikurangi agar distribusi partikel rata dengan menggunakan alat sampel *splitter*.

- d. Percontohan yang telah siap dipreparasi, kemudian diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 50#, 100# dan 140#. Sampel diayak 5-10 menit.
- e. Setiap ukuran percontohan ditimbang.
- f. Percontohan yang telah ditimbang kemudian dianalisa butirannya menggunakan mikroskop.
- g. Percontohan tiap ukuran mesh diambil sebanyak 1 spatula kecil

B. Perhitungan Percontohan

Perhitungan percontoh merupakan kegiatan untuk menghitung data dari hasil pengamatan menggunakan mikroskop dengan menggunakan mikroskop tertentu.

Pada penelitian ini ada beberapa perhitungan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

Perhitungan kadar

Kadar *cassiterite* dihitung dengan terhadap seluruh percontoh/*sampling* yang diambil meliputi:

1. Konsentrat *Jig* Primer dan Sekunder SB dan BB
2. *Tailing Jig* Primer SB dan BB
3. *Tailing Jig* Sekunder SB dan BB
4. *Oversize* saring putar

Perhitungan kadar *cassiterite* berdasarkan hasil analisa butiran dengan menggunakan mikroskop dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum \text{Berat jenis butir (g/cm}^3\text{)} = \text{jumlah butir} \times \text{berat jenis} \quad (1)$$

$$\sum \text{Kadar tiap mesh} = \frac{\frac{\text{berat \#}}{\text{berat total}} \times \text{berat jenis butir}}{\sum \text{berat jenis\#}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Total \% cassiterite sampel} = \sum \text{kadar tiap mesh} \times 0,7 \quad (3)$$

Perhitungan Material Balance

Pada material *balance* ini dilakukan perhitungan:

(1) Berat Solid

$$\text{Berat Solid} = \frac{\text{Berat kering masing-masing sampel} \times 3600}{\text{waktu pengambilan sampel}} \quad (4)$$

(2) *Recovery* Final

Recovery final dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Recovery} = \frac{\text{total konsentrat jig sekunder kanan dan kiri}}{\text{feed}} \times 100\% \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

KIP Timah 19 menggunakan *gravity concentration separator jig* untuk memisahkan mineral *cassiterite* dari material pengotor. *Gravity concentration* menggunakan

gravitasi atau gaya sentrifugal untuk memisahkan mineral dengan bentuk, ukuran, dan berat jenis yang bervariasi [9]. Teknik pemisahan *cassiterite* KIP Timah 19 menggunakan *pan american jig* dalam dua tahap. Studi Tim Perencanaan Evaluasi Produksi menyatakan bahwa konsentrat *cassiterite* adalah 20%-30%. Dari keseluruhan prosedur *jig*. Hal ini berkisar antara 90% hingga 94% yang mengimplikasikan nilai yang diperoleh masih di bawah standar ketetapan perusahaan (di atas 96%).

Analisa Nilai Aktual Variabel *Pan American Jig* KIP Timah 19

Sistem pencucian KIP Timah 19 menggunakan *pan american jig*. Untuk merepresentasikan properti populasi diperlukan pengambilan sampel. Sebelum dilakukan pengambilan contoh, terlebih dahulu diukur besarnya variabel operasi *jig* yang akan digunakan.

A. Pengukuran panjang dan frekuensi pukulan *jig*

Panjang dan frekuensi pukulan berdampak pada proses *suction* dan *pultion* yang memfasilitasi pergerakan mineral-mineral halus dalam proses *concolidation trickling* [10]. Berikut data hasil pengukuran panjang dan frekuensi *jig* kondisi aktual di KIP Timah 19 yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Panjang dan Frekuensi *Jig* Kondisi Aktual

Unit	Kompartemen	Panjang Pukulan (mm)	Jumlah Pukulan (per menit)
<i>Jig</i> Primer SB 1	A	32	134
	B	26	134
	C	19	134
<i>Jig</i> Primer SB 2	A	29	130
	B	23	130
	C	15	130
<i>Jig</i> Primer BB 1	A	30	140
	B	24	140
	C	16	140
<i>Jig</i> Primer BB 2	A	29	128
	B	23	128
	C	22	128
<i>Jig</i> Sekunder SB	A	10	209
	B	3	157
	C	3	157
<i>Jig</i> Sekunder BB	A	10	229
	B	4	193
	C	6	193

B. Perhitungan Kecepatan Aktual Aliran Horizontal

Menghitung kecepatan aliran horizontal (*crossflow*), digunakan gabus yang dilepas mulai dari kompartemen A sampai ke ujung kompartemen. Perhitungan rata-rata kecepatan aliran horizontal berdasarkan Tabel 1 yang disajikan di Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Kecepatan Aliran Horizontal

Unit	Lajur	Panjang Saluran (m)	Waktu		Kecepatan Aliran			Kecepatan Aliran Rata-Rata (m/s)	
			Pengujian (s)		(m/s)				
Jig Primer SB 1	Lajur 1	4,5	8,45	10,23	9,44	0,53	0,44	0,48	0,48
	Lajur 2	4,5	6,70	6,21	7,80	0,67	0,72	0,58	0,66
Jig Primer SB 2	Lajur 1	4,5	4,79	3,91	3,61	0,94	1,15	1,25	1,11
	Lajur 2	4,5	4,23	4,08	3,54	1,06	1,1	1,27	1,15
Jig Primer BB 1	Lajur 1	4,5	5,72	5,39	5,66	0,79	0,83	0,8	0,81
	Lajur 2	4,5	6,66	6,02	5,57	0,68	0,75	0,81	0,74
Jig Primer BB 2	Lajur 1	4,5	2,88	4,79	3,73	1,56	0,94	1,21	1,24
	Lajur 2	4,5	4,60	3,44	4,42	0,98	1,31	1,02	1,10
Jig Sekunder SB	Lajur 1	2,85	2,54	2,63	2,63	1,12	1,08	1,08	1,10
	Lajur 2	2,85	3,18	3,00	3,00	0,9	0,95	0,84	0,89
Jig Sekunder BB	Lajur 1	2,85	4,45	3,26	3,26	0,64	0,87	0,6	0,71
	Lajur 2	2,85	4,99	3,21	3,21	0,57	0,89	0,77	0,74

B. Pengukuran Ketebalan Jig Bed

Pengamatan dan pengukuran kondisi awal *jig bed* diukur menggunakan alat ukur. Ketebalan *bed* dan *layer* pada masing-masing *jig* primer dan sekunder pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Ketebalan Jig Bed (Batu Hematite Jig Primer)

Kompartment	Jig Primer SB (mm)				Jig Primer BB (mm)			
	SB 1		SB 2		BB 1		BB 2	
	Ce II 1	Ce II 2	Ce II 1	Ce II 2	Ce II 1	Ce II 2	Ce II 1	Ce II 2
A	65	65	70	70	65	65	77	77
B	65	65	90	90	65	65	95	95
C	55	55	92	92	80	80	95	95

Tabel 4. Ketebalan Jig Bed (Batu Hematite Jig Sekunder)

Kompartmentemen	Jig Sekunder SB (mm)		Jig Sekunder BB (mm)	
	Cell 1	Cell 2	Cell 1	Cell 2
A	90	90	70	70
B	80	80	80	80
C	80	80	80	80

C. Pengukuran Tinggi Rooster

Rooster atau kisi-kisi terbuat dari *plat* (besi) yang dilapisi oleh karet dengan bentuk petak-petak yang bertujuan untuk menahan saringan *jig* dan menahan *bed* agar tetap di tempat. Tinggi *Rooster* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

D. Perhitungan Kecepatan Pengendapan Mineral
Menurut persamaan Hukum Stokes-Newton, kecepatan pengendapan partikel yang turun dalam

fluida di bawah pengaruh gravitasi terjadi ketika gaya gesekan gabungan (*drag force*) dan *buoyancy force* sebanding dengan gaya gravitasi yang bekerja pada benda tersebut [11]. Perhitungan kecepatan pengendapan mineral dengan ketetapan nilai $\rho_s = 6,9$ dan $\rho = 1,0$ dalam Tabel 7.

Tabel 5. Ketinggian Rooster Jig Primer

Kompartmentemen	Jig Primer SB (mm)				Jig Primer BB (mm)			
	SB 1		SB 2		BB 1		BB 2	
	Lajur 1	Lajur 2	Lajur 1	Lajur 2	Lajur 1	Lajur 2	Lajur 1	Lajur 2
A	100	100	100	100	100	100	100	100
B	100	100	100	100	100	100	100	100
C	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 6. Ketinggian Rooster Jig Sekunder

Kompartmentemen	Jig Sekunder SB (mm)		Jig Sekunder BB (mm)	
	Lajur 1	Lajur 2	Lajur 1	Lajur 2
A	100	100	100	100
B	100	100	100	100
C	100	100	100	100

Tabel 7. Perhitungan Kecepatan Pengendapan Mineral *Cassiterite*

Mesh	Ds (cm)	Ds ² (cm)	$\rho_s - \rho$ (gram/cm ³)	μ (gram/cm.s)	Vs (cm/s)
20	0,0841	0,00707281	5,9	0,01	227,194
50	0,0297	0,00088209	5,9	0,01	28,335
70	0,0210	0,0022201	5,9	0,01	14,166
100	0,0149	0,0002201	5,9	0,01	7,131
140	0,0105	0,00011025	5,9	0,01	3,541
200	0,0074	0,00005476	5,9	0,01	1,759



E. Perhitungan Material *Balance*

Mengikuti pengamatan dan melakukan perhitungan sampel pada kondisi awal jig, maka selanjutnya dilakukan analisa sampel dan konsentrat pada Tabel 8.

Tabel 8. Material *Balance*

No	Nama Conto	Waktu	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Solid Kg/jam	% SnO2 Asal	Kg SnO2 /Jam
1	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Primer SB 1	10	450	52	18.72	1.72	0.322
2	Kons. Komp. B <i>Jig</i> Primer SB 1	10	140	38	13.68	2.55	0.349
3	Kons. Komp. C <i>Jig</i> Primer SB 1	10	300	17	6.12	1.85	0.113
Total Kons. <i>Jig</i> Primer SB 1					38.52		0.785
1	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Primer SB 2	10	630	58	20.88	3.21	0.670
2	Kons. Komp. B <i>Jig</i> Primer SB 2	10	120	30	10.80	2.98	0.322
3	Kons. Komp. C <i>Jig</i> Primer SB 2	10	300	18	6.48	4.05	0.262
Total Kons. <i>Jig</i> Primer SB 2					38.16		1.254
1	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Primer BB 1	10	300	74	26.64	0.59	0.157
2	Kons. Komp. B <i>Jig</i> Primer BB 1	10	200	9	3.24	3.72	0.120
3	Kons. Komp. C <i>Jig</i> Primer BB 1	10	200	9	3.24	2.57	0.083
Total Kons. <i>Jig</i> Primer BB 1					33.12		0.361
4	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Primer BB 2	10	300	8	2.88	15.61	0.450
5	Kons. Komp. B <i>Jig</i> Primer BB 2	10	100	9	3.24	7.99	0.259
6	Kons. Komp. C <i>Jig</i> Primer BB 2	10	400	17	6.12	4.11	0.252
Total Kons. <i>Jig</i> Primer BB 2					12.24		0.960
Total Kons. <i>Jig</i> Primer					122.04		3.36
1	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Sekuder SB	10	200	98	35.28	23.67	8.349
2	Kons. Komp. B <i>Jig</i> Sekuder SB	10	50	8	2.88	67.88	1.955
3	Kons. Komp. C <i>Jig</i> Sekuder SB	10	50	15	5.40	27.23	1.471
Total Kons. <i>Jig</i> Sekuder SB					43.56		11.775
4	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Sekuder BB	10	200	87	31.32	47.97	15.023
5	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Sekuder BB	10	50	31	11.16	33.17	3.701
6	Kons. Komp. A <i>Jig</i> Sekuder BB	10	400	20	7.20	17.73	1.277
Total Kons. <i>Jig</i> Sekuder BB					49.68		20.001
Total Kons. <i>Jig</i> Sekuder					93.24		31.78
Total Konsentrat Seluruh <i>Jig</i>					244.44		35.136
No	Nama Conto	Waktu	Berat Basah (Kg)	Berat Kering (gram)	Solid Kg/jam	% SnO2 Asal	Kg SnO2 /Jam
1	<i>Tailing Jig</i> Primer SB 1	10	80	14	5.04	0.33	0.017
2	<i>Tailing Jig</i> Primer SB 2	10	120	21	7.56	0.48	0.036
3	<i>Tailing Jig</i> Primer BB 1	10	95	17	6.12	0.36	0.022
4	<i>Tailing Jig</i> Primer BB 2	10	100	20	7.20	0.47	0.034
Total <i>Tailing Jig</i> Primer					25.92		0.109
1	<i>Tailing Jig</i> Sekuder SB	10	220	29	10.44	1.48	0.155
2	<i>Tailing Jig</i> Sekuder BB	10	340	33	11.88	0.50	0.059
Total <i>Tailing Jig</i> Sekuder					22.32		0.213
Total <i>Tailing</i> Seluruh <i>Jig</i>					48.24		0.32
Oversize Saring Putar		10		18	6.48	0.14	0.141
Total UNDERSIZE Saring Putar					292.680		32.098

F. Perhitungan *Recovery Cassiterite*

Hasil perhitungan pada kondisi aktual semua unit *jig* menunjukkan *recovery* akhir dalam rentang 94,27% hingga 99,71%. *Recovery* tertinggi dicapai oleh unit *jig* sekunder BB sebesar 99,71%. *Recovery* terendah dicapai oleh *jig* primer BB 1 sebesar 94,27%. Rendahnya *recovery* individu pada masing-masing kompartemen menyebabkan rendahnya *recovery* akhir pada *jig* primer BB 1. Sementara *recovery* akhir untuk *jig* primer BB 2 adalah 96,58%. Nilai ini memenuhi standar *recovery* perusahaan, tapi masih dalam ambang batas.

Optimasi *Recovery Cassiterite*

Perhitungan sebelumnya menunjukkan bahwa *jig* primer BB 1 dan BB 2 memiliki nilai *recovery* terendah secara keseluruhan, masing-masing 94,27% dan 96,58%. Beberapa kompartemen *jig* memiliki *recovery* individu yang rendah disebabkan panjang pukulan yang tidak efektif, sehingga menghasilkan gaya dorong yang lemah saat proses *pultion* dan *suction*. Oleh karena itu, *jig* primer BB 1 dan BB 2 akan dilakukan percobaan perubahan panjang dan frekuensi pukulan *jig* nya. Percobaan ini dilakukan dengan merubah panjang pukulan menjadi 32 mm, 26 mm dan 19 mm. Sedangkan

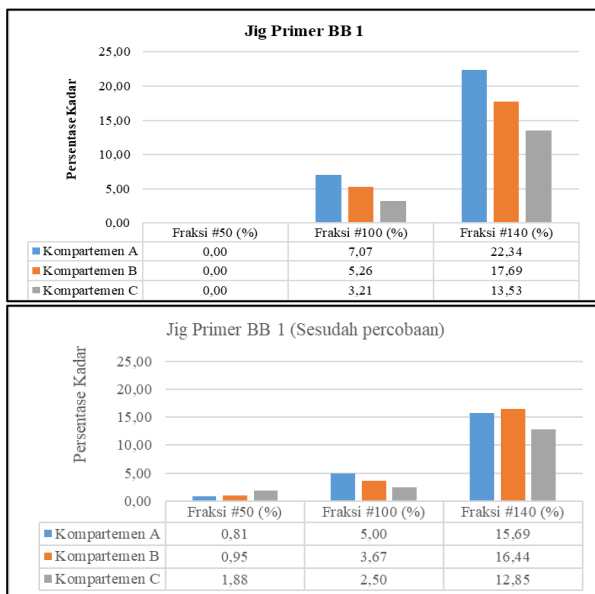
frekuensi pukulan disetting 140 pukulan/menit. Hasil percobaan tersebut diperoleh nilai *recovery* akhir *jig* primer BB 1 sebesar 98,60%. Nilai ini dipengaruhi oleh *recovery* individu dari masing-masing kompartemen A, B, dan C sebesar 45,99%, 30,47%, dan 22,14%.

Sedangkan unit *jig* primer BB 2 juga memperoleh lebih banyak *cassiterite* setelah dilakukan perubahan variabel panjang pukulan, dan frekuensi. Tabel 9 menunjukkan *recovery* akhir unit *jig* primer BB 2 sebesar 98,73%.

Tabel 9. *Recovery Jig* Sebelum dan Setelah Percobaan

Unit <i>Jig</i>	Kadar SnO ₂ (%) Tiap Kompartemen					<i>Recovery</i> Individu (%) Kompartemen			<i>Recovery</i> Total (%)	Keterangan
	A	B	C	Tailing	Umpan	A	B	C		
<i>Jig</i> Primer BB 1	0,59	3,72	2,57	0,36	0,98	40,98	31,49	21,80	94,27	Sebelum
<i>Jig</i> Primer BB 1	2,24	2,06	3,37	0,24	2,10	45,99	30,47	22,14	98,60	Sesudah
<i>Jig</i> Primer BB 2	15,61	7,99	4,11	0,47	5,11	45,21	26,05	25,31	96,58	Sebelum
<i>Jig</i> Primer BB 2	4,61	4,76	3,53	0,31	3,81	51,04	33,22	14,47	98,73	Sesudah

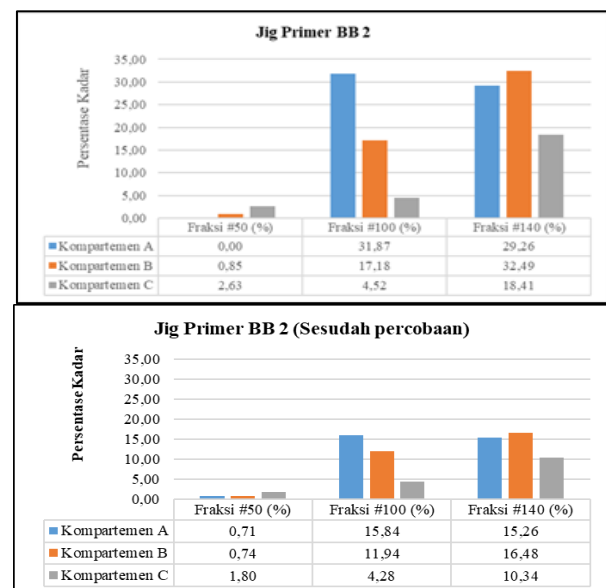
Peningkatan *recovery* individu ini berdampak pada menurunnya kadar *cassiterite* setiap kompartemen (A, B dan C) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar Tiap Kompartemen *Jig* Primer BB 1

Kandungan konsentrat Kompartemen A dalam kondisi aktual dari fraksi 100 dan 140 mesh adalah 7,07% dan 22,34%. Kandungan konsentrat turun menjadi 5,00% dan 15,69% setelah percobaan. Kompartemen B memiliki kandungan konsentrat 5,26% dan 17,69% dari fraksi 100 dan 140 mesh dalam kondisi aktual. Tingkat konsentrat turun menjadi 3,67% dan 16,44% setelah percobaan. Tingkat konsentrat di Kompartemen C turun dari 3,21% dan 13,53% menjadi 2,50% dan 12,85%. Semua kompartemen tidak dapat menangkap *cassiterite* berukuran 50 mesh dalam kondisi aktual. Kompartemen A, B, dan C menangkap konsentrat fraksi 50 mesh sebesar 0,81%, 0,95%, dan 1,88% setelah dilakukan percobaan perubahan variabel.

Gambar 5 menunjukkan bahwa kompartemen A, B, dan C dari unit *jig* primer BB 2 mengalami penurunan kadar konsentrat untuk fraksi 100 dan 140 mesh. Kompartemen A, B, dan C menangkap fraksi 100 mesh dengan kadar *cassiterite* 31,87%, 17,18%, dan 4,52% dalam kondisi aktual. Kadar konsentrat ini turun menjadi 15,26%, 16,48%, dan 10,34%. Semua kompartemen *jig* gagal menangkap konsentrat 50 mesh dalam kondisi aktual. Setelah percobaan perubahan variabel, semua kompartemen dapat menangkap *cassiterite* fraksi 50 mesh masing-masing sebesar 0,71%, 0,74%, dan 1,80%.



Gambar 5. Kadar *Cassiterite* Tiap Kompartemen *Jig* Primer BB 2

Recovery optimal dicapai dengan pukulan *jig* di kompartemen A, B, dan C masing-masing sebesar 32 mm, 26 mm, dan 19 mm, serta 140 pukulan per menit.

Recovery jig primer BB 1 dan 2 akhir adalah 98,60% dan 98,73%. Dengan merubah salah satu variabel operasi pada jig, pengoptimalan recovery cassiterite pada KIP Timah 19 dapat dilakukan.

Upaya-Upaya Untuk Meningkatkan Recovery Cassiterite pada KIP Timah 19

Recovery cassiterite pada KIP Timah 19 dapat ditingkatkan dengan berbagai cara agar tidak terjadi losses atau kehilangan cassiterite (SnO₂) sehingga recovery cassiterite menjadi rendah. Beberapa upaya untuk meningkatkan recovery cassiterite pada KIP Timah 19 adalah:

- A. Pengaturan Panjang Pukulan Tiap Kompartemen Jig
Tiap kompartemen harus diatur panjang pukulan jig agar tidak terlalu besar atau terlalu kecil karena dapat menyebabkan terjadinya kehilangan cassiterite karena proses pemisahan tidak bisa berjalan sesuai yang diharapkan. Upaya yang dilakukan adalah mengatur kembali setting panjang pukulan jig.
- B. Pengaturan Kecepatan Aliran Horizontal (Crossflow)
Untuk mengurangi crossflow yang terlalu tinggi pada jig tersebut sebaiknya dilakukan hal-hal sebagai berikut:
 - 1. Mengoptimalkan kerja dari boil box (bak penenang) pada proses masuknya umpan (feed) jig.
 - 2. Mengoptimalkan kerja dari sisir pada boil box jig dan papan penahan kecepatan air pada ujung kompartemen C jig.
 - 3. Pengaturan air tambahan (underwater) dengan cara mengatur afsluiter underwater pada tiap-tiap kompartemen.
- C. Pengaturan Ketebalan Jig Bed dan Kondisi Jig Bed
Upaya perbaikan terhadap kondisi jig bed yang ada dengan cara:
 - 1. Bentuk dan ukuran jig bed sebaiknya dibuat seragam.
 - 2. Jig bed juga harus disesuaikan panjang dan frekuensi pukulan jig yang digunakan.

- 3. Pengayakan jig bed agar relatif seragam (bentuk dan ukuran) dan tebal yang sesuai
- 4. Penggemburan jig bed saat jig bed tidak bekerja atau pada saat reparasi mingguan dan bulanan.
- D. Pengaturan Kondisi Umpan (Feed)
Upaya untuk mengantisipasi agar tidak terjadi penyumbatan saringan jig bed oleh feed yang masuk permukaan jig, yaitu:
 - 1. Menggunakan sisir-sisir perata aliran feed yang ditempatkan di mulut jig (feed box)
 - 2. Memeriksa dan mengatur pipa-pipa pembagi feed, agar pengaliran feed lancar, apabila ditemukan kebocoran pada pipa-pipa saluran pembagi harus segera diperbaiki.
 - 3. Pulp density feed (kekentalan), diusahakan agar selalu diperhatikan pada daerah berpasir karena sangat berpengaruh terhadap kekentalan feed.

Produktivitas Kinerja Instalasi Jig KIP Timah 19

Produktivitas alat harus dipastikan bahwa alat-alat yang digunakan dalam suatu proses produksi dapat beroperasi secara optimal dan efisien. Terdapat empat indikator penting yang untuk mengukur kinerja alat, yaitu:

- 1. Physical of Availability (Ketersediaan Fisik)
- 2. Mechanical of Availability (Ketersediaan Mekanis)
- 3. Use of Availability (Ketersediaan Penggunaan)
- 4. Effective of Utilization (Penggunaan Efektif)

Dalam melakukan evaluasi produktivitas kinerja alat sistem pencucian cassiterite digunakan laporan jam jalan (jam perbaikan, working hours dan standby unit) oleh Bagian Aplus KIP. Data tersebut digunakan untuk menghitung ketersediaan dan penggunaan alat jig dengan menghitung MA, PA, UA, dan EU. Tingkat ketersediaan dan penggunaan alat yang tinggi dianggap baik jika angkanya >75%, disertai dengan waktu perbaikan rata-rata yang rendah dan waktu siaga yang minimal untuk setiap unit. Berikut pada tabel 10 merupakan data kesediaan dan penggunaan jig primer dan jig sekunder periode Mei 2023 – April 2024 di PT Timah Tbk.

Tabel 10. Rata-Rata Nilai Kesediaan dan Penggunaan Jig Primer dan Jig Sekunder Periode Mei 2023 – April 2024

Bulan	PA	MA	UA	EU	Produksi (Ton Sn)
April 2024	98,55%	97,64%	59,97%	59,10%	11,8
Maret 2024	98,64%	98,17%	73,44%	72,45%	12,4
Februari 2024	99,53%	99,32%	68,50%	68,18%	30,3
Januari 2024	97,93%	96,23%	53,40%	52,28%	20,4
Desember 2023	98,76%	97,31%	45,26%	44,69%	10
November 2023	98,60%	97,77%	61,91%	61,04%	20,2
Oktober 2023	99,02%	98,47%	63,54%	62,92%	35,8
September 2023	95,14%	76,67%	16,79%	15,97%	5,2
Agustus 2023	98,54%	97,58%	59,40%	58,53%	21,9
Juli 2023	98,51%	97,50%	58,74%	57,86%	9,3
Juni 2023	99,17%	98,77%	66,67%	66,11%	11,4
Mei 2023	98,94%	98,07%	54,34%	53,76%	9,8



KESIMPULAN

Recovery merupakan indikator keberhasilan proses pemisahan mineral dalam *jig*. Pencapaian *recovery* yang tinggi ini berhubungan dengan variabel-variabel yang ada dalam proses *jigging* seperti panjang pukulan, frekuensi pukulan, kecepatan aliran air permukaan *jig*, tebal *bed* yang digunakan dan jumlah air tambahan (*underwater*).

Pada kondisi variabel aktual, capaian *recovery* final *cassiterite* di KIP Timah 19 sebesar 99,10%. *Recovery* final ini dipengaruhi oleh *recovery* individu setiap kompartemen pada unit *jig* primer dan sekunder. Dari 6 (enam) unit *jig* primer dan *jig* sekunder, terdapat dua unit *jig* yang *recovery* individunya di bawah standar, yaitu *jig* primer BB sebesar 94,27% dan *jig* primer BB 2 sebesar 96,58%.

Pengoptimalan *recovery* pada unit *jig* primer BB 1 dan BB 2 dapat tercapai setelah dilakukan perubahan atau penyesuaian salah satu variabel operasi *jig*, yaitu dengan panjang 32 mm, 26 mm dan 19 mm dan frekuensi pukulan *jig* sebesar 140 pukulan per menit. *Recovery* akhir dari *jig* primer BB 1 dan BB 2 meningkat dari 94,27% dan 96,58% menjadi 98,60% dan 98,73%. Hal ini sudah memenuhi nilai *recovery* yang ditetapkan oleh perusahaan PT Timah yaitu di atas 96%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widhaputra, Yudhi, dkk. (2014) Evaluasi Kinerja *Jig* Pada Kapal Isap Produksi Timah 12 Daerah Perairan Laut Tempilang Bangka Darat Di Unit Laut Bangka PT Timah (Persero) Tbk, Provinsi Bangka Belitung, *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, 2(5).
- [2] Barry A. Wills & Tim Napier-Munn (2006). *Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects Of Ore Treatment and Mineral Recovery*. Elsevier Science & Technology Books: Australia
- [3] Macdonald, E. H. (1987). *Alluvial Mining*. London: Chapman and Hall Ltd
- [4] Andika, R., Triantoro, A., & Dwiatmoko, M.u. (2020). Optimalisasi *Recovery Jig* Untuk Produksi Timah Di Kepulauan Riau. *Jurnal Geosapta*, 6(1), 29.
- [5] Selviyana, Fathiya and Hasjim, Machmud and Juniah, Restu, (2015), Kajian Teknis Pengaruh Ketebalan Lapisan *Bed* Pada Pan American *Jig* Terhadap *Recovery* Timah Di Tb 1.42 Pemali PT Timah (Persero) Tbk, Bangka Belitung. *Jurnal Ilmu Teknik Unsri*, 3(1).
- [6] Andry, Rifky. (2017). *Kajian Teknis Kinerja Jig Kapal Isap Produksi Timah 16 Unit Penambangan Laut Bangka PT Timah (Persero) TBK Provinsi Bangka Belitung*. Skripsi Fakultas Teknik Pertambangan: Sekolah Tinggi Teknologi Industri (STTIND).
- [7] Oentari, C., Mukiat., Ningsih, YB. (2019). Evaluasi Teknis Nilai *Recovery* Dan Kadar Kasiterit Pada Alat Pan American *Jig* PPBT PT Timah (Persero) Tbk. Pemali Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Pertambangan*, 3(3), 1-6.
- [8] Fauzi Akbar. (2020). Kajian Teknis Kinerja *Jig* Untuk Meningkatkan *Recovery* Bijih Timah pada Proses Pencucian di Kapal Keruk 19 Bangka 2 PT Timah Tbk Wilayah Operasi Produksi Kundur Kabupaten Karimun Provinsi Kepri. *Mining Insight* Vol. 01.
- [9] Burt, R.O. (1984). *Gravity Concentration Technology*. New York: Elsevier.
- [10] Sukanto, Untung. (2012). *Timah: Potensi, Penambangan, Dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: PT Citra Aji Parama.
- [11] Batchelor, G.K. (1967) *An Introduction to Fluid Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press.