

EVALUASI KINERJA *JIG* TIPE PAN AMERICAN TERHADAP *RECOVERY* TIMAH HASIL PENCUCIAN BIJIH TIMAH PADA KAPAL ISAP PRODUKSI (KIP) TIMAH 17 DI LAUT TEMPILANG KABUPATEN BANGKA BARAT, PROVINSI BANGKA BELITUNG

The Evaluation of Pan American Jig Type's Performance for Tin's Recovery of Tin Ore Washing at Tin 17 Production Suction Vessel (KIP) in Tempilang Sea, West Bangka Regency, Bangka Belitung Province

MUHAMMAD ABROR*, MUHAMMAD I. LAGOWA** dan MUHAMMAD EL HAKIM**

Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi

Kampus Pinang Masak Jl. Raya Jambi - Muara Bulian KM.15 Mendalo Darat, Jambi

Korespondensi e-mail: mikrarlagowa@unja.ac.id

*Kontributor Utama

**Kontributor Anggota

ABSTRAK

Tahap awal proses pengolahan mineral umumnya berfokus pada perolehan (*recovery*) daripada peningkatan kadar. Proses pengolahan bijih timah di Kapal Isap Produksi (KIP) pada Januari 2023 tidak memenuhi target *recovery* kadar Sn sebesar 96%. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja *jig* agar target *recovery* dapat tercapai. Penelitian ini difokuskan pada evaluasi pengaturan variabel-variabel pada *jig* seperti kecepatan aliran horizontal, tebal *jig bed*, serta jumlah dan panjang tak. Data pengukuran variabel kinerja *jig*, sampel *tailing* dan konsentrat digunakan sebagai data pembandingan dengan *Standard Operational Procedure* (SOP) pencucian. Perhitungan kadar sampel dilakukan dengan metode *Grain Counting Analysis* (GCA) dan dilakukan perhitungan jumlah konsentrat pada setiap *jig*. Hasil akhir *recovery* pencucian sebelum dilakukan evaluasi pencucian kadar Sn sebesar 92,70% pada pengamatan I dan 88,68% pada pengamatan II. Proses pencucian pada kondisi pengamatan I dan II belum dikatakan optimal karena *recovery* belum mencapai target. Hal ini disebabkan oleh variabel-variabel yang tidak sesuai ketentuan. Optimalisasi kinerja *jig* berdasarkan evaluasi di lapangan yaitu melalui pemasangan sisir pada bagian aliran *jig* untuk menstandarkan kecepatan aliran yang terlalu cepat, pengukuran ulang tinggi *bed* setelah penambahan batu hematit, perbaikan *pillow block* dan baut kopling eksentrik pada pengaturan panjang tak dan penyetelan ulang variabel-variabel kinerja *jig* sesuai dengan SOP yang ada. Setelah dilakukan evaluasi dan penyetelan ulang pada variabel-variabel *jig*, *recovery* kadar Sn berhasil ditingkatkan menjadi 97,53%. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ketidaktercapaian target *recovery* disebabkan variabel operasi yang tidak memenuhi SOP diantaranya panjang dan jumlah tak, ketebalan *bed*, dan kecepatan aliran air karena kendala teknis. Setelah diperbaiki, maka *recovery* pengolahan dapat memenuhi bahkan melebihi target *recovery*.

Kata kunci: *recovery*, bijih timah, variabel-variabel *jig*.

ABSTRACT

The early stage of mineral processing usually focuses mainly on recovery, not the grade of the concentrate. Tin dressing in Production Section Vessel on January 2023 did not meet target recovery of 96%. This study aimed to evaluate and optimize jig performance to achieve the desired target. The study focused on evaluating the configuration of variables such as feed velocity, bed thickness, as well as number and length of strokes. Measurement data of jig performance variables and tailings and concentrate samples were used as comparative data to the SOP. The calculation of the sample content was carried out through the grain counting analysis (GCA) method, which calculated the amount of concentrate and losses in each jig. The final results of washing recovery prior to washing evaluation were 92.70% Sn in observation I and 88.68% Sn in observation II, respectively. The washing process in observation I and II conditions were not considered optimal because the recovery had not reached the target. This is caused by variables that are not under the provisions. To optimize the performance of the jig was the installation a comb in the flow section of the jig to standardize the flow that was too fast, remeasurement after the addition of the hematite stone, repairing pillow blocks and eccentric coupling bolts on the stroke length setting and resetting the variables in the jig performance following existing SOPs. After the evaluation and readjustment of the jig variables, the recovery was increased to 97.53% Sn. From this study it can be concluded that the failure to achieve the targeted recovery was caused by operational variables that did not meet the SOP including the length and number of strokes, bed thickness, and water flow rate due to technical constraints. After being repaired, the dressing recovery could meet or even exceed the recovery target.

Keywords: recovery, tin ore, jig variables.

PENDAHULUAN

PT Timah Tbk adalah perusahaan pertambangan yang bergerak di bidang penambangan bijih timah, baik penambangan bijih timah darat maupun penambangan bijih timah lepas pantai (*offshore*). Industri pertambangan timah mempunyai tahapan kegiatan yang tidak sederhana, mulai dari kegiatan prapenambangan, kegiatan penambangan dan kegiatan pasca penambangan. Dalam perkembangan terakhir, PT Timah Tbk telah menitikberatkan operasi penambangan pada cadangan timah aluvial yang berada di laut tepatnya di wilayah laut Bangka dan Laut Kundur Provinsi Kepulauan Riau yang termasuk ke dalam wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) milik PT Timah Tbk dengan mengoperasikan Kapal Keruk (KK) dan Kapal Isap Produksi (KIP) (PT Timah Tbk, 2023).

Pengolahan bahan galian merupakan proses pemisahan mineral berharga dengan mineral pengotornya, yang dilakukan secara mekanis, menghasilkan produk yang kaya mineral berharga (konsentrat) dan *tailing* yang memiliki kadar mineral berharga rendah. Pengolahan bahan galian atau *mineral dressing* adalah istilah umum yang biasa digunakan untuk mengolah semua jenis bahan galian hasil tambang (Wills dan Finch, 2016). Proses pengolahan di KIP pada PT Timah Tbk menggunakan proses *mineral dressing* dengan

memanfaatkan alat pengolahan bahan galian berupa *jig* dengan menggunakan metode konsentrasi gravitasi. Menurut Wills dan Finch (2016), konsentrasi gravitasi merupakan suatu proses pemisahan kumpulan mineral-mineral yang memiliki bentuk, ukuran, serta berat jenis yang berbeda-beda menjadi mineral-mineral yang terpisah satu sama lain oleh pengaruh gaya gravitasi. Pemisahan mineral secara gravitasi dilakukan di dalam suatu fluida dengan menggunakan konsep perbedaan kecepatan pengendapan.

Beberapa indikator keberhasilan dalam proses pencucian pada sistem operasi produksi kapal isap diantaranya pengoperasian proses pencucian dari alat pemisah yang berhubungan dengan nilai variabel-variabel pada *jig* seperti kecepatan aliran, panjang tak, jumlah tak, dan ketebalan *bed*. Jumlah bijih yang didapat dan kadar Sn yang tinggi termasuk bagian dari indikator keberhasilan dalam proses pencucian.

Berdasarkan data lapangan diperoleh nilai *recovery* pada saat proses pencucian berlangsung berada di bawah target yang diinginkan, seperti pada kondisi aktual pada bulan Januari 2023, nilai *recovery* seluruh *jig* adalah 94,03% artinya ada ketidaktercapaian target *recovery* sebesar 2% dari hasil tersebut dan ditemukan juga banyak timah yang terbuang menjadi *tailing* (*losses*) yang

membuat *recovery* menjadi rendah sehingga perlu dilakukan evaluasi penyebab tidak tercapainya *recovery* pencucian pada *jig* tipe *Pan American* di KIP 17 untuk memperoleh *recovery* optimum pencucian bijih timah di PT Timah Tbk Kepulauan Bangka Belitung.

Ruang lingkup permasalahan pada kajian ini dibatasi pada kajian tentang pencucian pada kapal isap di PT Timah unit laut Bangka dengan membahas evaluasi kinerja *jig* 17. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui kinerja dan *recovery* bijih timah yang dihasilkan dari proses pencucian bijih timah pada KIP 17; (2) mengetahui cara mengoptimalkan kinerja *jig* dalam memenuhi target *recovery* dari hasil pencucian 17; (3) mengetahui perbandingan dan kinerja *jig* setelah dilakukan evaluasi dan penyetelan ulang variabel-variabel dalam kinerja *jig*.

METODE

Penelitian dilakukan di PT Timah (Persero) Tbk Unit Laut Bangka, selama kurang lebih dua bulan pada bulan Januari-Maret 2023. Metode penelitian secara kuantitatif meliputi survei lapangan dan eksperimental untuk mendapatkan data primer dan studi literatur untuk mendapatkan data sekunder yang diperlukan dalam kajian ini. Kemudian untuk penghitungan sampel digunakan metode *Grain Counting Analysis* (GCA). *Grain counting* merupakan teknik sederhana secara manual untuk memperkirakan, mengukur atau menganalisis jumlah butir (*grain*) dalam suatu sampel, yang sering diterapkan dalam berbagai bidang ilmu seperti mineral, material, dan geologi (Ludiansyah, Widiatmoko dan Sriyanti, 2018). Metode ini diawali dengan tahap persiapan sampel yang dimulai dengan pengeringan sampel dilanjutkan dengan pengayakan menggunakan *sieve shaker* dengan ukuran ayakan 14, 20, 50, 100, 150 dan 200 mesh. Tahap berikutnya dilakukan pengolahan sampel untuk penentuan karakteristik fisik, penghitungan laju umpan, laju konsentrat dan kadar konsentrat untuk mengetahui nilai *recovery*. Teknik ini dilakukan dengan cara menjatuhkan sebagian sampel ke dalam suatu kotak persegi dengan ukuran tertentu, kemudian jumlah masing-masing butir (konsentrat dan *tailing* dalam kotak) dihitung. Penghitungan dilakukan

dengan mengamati sampel di bawah mikroskop atau alat optik lainnya, menghitung setiap butir secara manual. Data yang diperoleh dari penghitungan digunakan untuk menentukan kadar konsentrat dari setiap sampel untuk memperoleh nilai *recovery* dari proses pengolahan timah.

Pengambilan data primer dilakukan dengan cara mengukur variabel-variabel *jig* yang ada pada KIP Timah 17 berupa kecepatan aliran, panjang dan jumlah tak dan ketebalan *bed*. Data sekunder adalah data yang sudah ada di perusahaan, data dari studi literatur, dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan.

Alur pelaksanaan penelitian meliputi tahapan:

Tahapan Persiapan

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan kegiatan observasi meliputi pengamatan secara langsung kondisi di lapangan melalui pengumpulan data primer, data sekunder, pengolahan data dan pembahasan, sehingga hubungan antara variabel-variabel *jig* terhadap peningkatan *recovery* bijih timah pada unit pencucian di KIP Timah 17 dapat diukur dan diketahui.

Tahapan Pengelompokan Data

Pengelompokan data yang dilakukan adalah dengan melihat langsung proses kinerja pencucian di KIP Timah 17 khususnya pada variabel-variabel *jig* yang memengaruhi peningkatan *recovery* bijih timah pada pengukuran variabel *jig*.

Pengambilan Data

Data yang diambil adalah variabel-variabel kinerja *jig*. Pengambilan data variabel *jig* dan *sampling* dilakukan sebanyak tiga kondisi yaitu kondisi aktual I, kondisi aktual II dan kondisi setelah evaluasi dan perbaikan. Adapun variabel-variabel *jig* yang diukur di lapangan seperti kecepatan aliran horizontal, ketebalan *bed*, panjang dan jumlah tak.

Pengambilan sampel dan persiapan sampel

Pengambilan sampel *tailing* dan konsentrat dilakukan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) pencucian pada KIP Timah 17 yang menurut SOP pada *jig* primer KIP bagian ketebalan *bed* hematit adalah 70-80 mm,

kecepatan aliran 1,00-1,50 m/detik, panjang tak untuk kompartemen A sebesar 35-40 mm, kompartemen B sebesar 30-35 mm dan kompartemen C sebesar 25-30 mm kemudian untuk variabel jumlah tak adalah sebesar 90-110 kali/menit. Selanjutnya menurut SOP pada *jig* sekunder KIP, variabel ketebalan *bed* hematit adalah sebesar 50-70 mm, kecepatan aliran sebesar 0,50-1,00 m/detik, panjang tak pada kompartemen A sebesar 12-14 mm, kompartemen B sebesar 10-12 mm dan kompartemen C sebesar 8-10 mm kemudian untuk variabel jumlah tak pada *jig* sekunder nilai SOP nya adalah sebesar 170-220 kali/menit untuk kompartemen A dan 150-180 kali/menit untuk kompartemen B dan C. Pada tahap persiapan, sampel terbagi menjadi dua yaitu *tailing* dan konsentrat yang masing-masing sampel tersebut memiliki perbedaan pada prosedur analisis sampel. Persiapan sampel *tailing* dan konsentrat dilakukan oleh peneliti dan tim pencucian laboratorium UPLB PT Timah Tbk.

Berikut adalah cara pengambilan data panjang dan jumlah tak sesuai SOP pencucian di KIP 17 PT Timah Tbk:

- Siapkan penggaris, pena dan kertas sebagai media pengambilan data panjang dan jumlah tak
- Kertas ditempelkan pada penggaris dan dilipat. Kertas yang menempel pada penggaris ditempelkan ke pulsator yang berfungsi sebagai penyeimbang *jig*.
- Lalu pena diletakkan di atas kertas. Pengambilan data panjang dan jumlah tak sebanyak 15 sentuhan kemudian hitung waktu menggunakan *stopwatch*.
- Setelah itu gunakan penggaris untuk menghitung panjang tak, kemudian hitung juga jumlah tak.

Pengolahan Data

Teknik pengolahan data yang dilakukan untuk meningkatkan *recovery* pencucian yaitu melakukan perubahan nilai variabel-variabel *jig*, penghitungan *recovery*, dan perbandingan hasil data lapangan terhadap data SOP.

Rumus Matematika dan Persamaan Reaksi Kimia

Menurut Selviyana, Hasjim dan Juniah (2015), pada proses pengolahan dengan *jig* terdapat

faktor-faktor yang memengaruhi yaitu panjang tak, frekuensi tak, kecepatan aliran horizontal, ukuran butir, ketebalan *bed*, volume air tambahan, *feeding*, *motor jig*, *jig screen*, kemiringan *jig*, dan kecepatan alir *jig* di dalam tank. Setiap faktor mempunyai nilai standar operasional masing-masing agar dapat menghasilkan konsentrat dengan nilai kadar dan *recovery* yang sesuai dengan standar perusahaan. Persentase unsur yang diperoleh dari pengambilan sampel dihitung menggunakan persamaan berikut (Kusumaningrum, 2020):

$$\% \text{ Unsur} = \frac{J.A \times Ar}{Mr} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

J.A = jumlah atom

Ar = massa atom relatif

Mr = massa molekul relatif

Nilai *feed* yang masuk dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (PT Timah Tbk, 2023):

$$V_r = \text{Berat kering} \times \left(\frac{\text{Lebar mulut feed}}{\text{Lebar cutter sampel}} \right) \times \left(\frac{3600}{\text{waktu pengambilan}} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Nilai *recovery* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Wills dan Finch, 2016):

$$R = \frac{\text{Total berat konsentrat} \times \text{kadar konsentrat}}{\text{Total feed} \times \text{kadar feed}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Kecepatan aliran horizontal rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan (PT Timah Tbk, 2023):

$$\text{Kecepatan aliran rata-rata} = \frac{\text{panjang jig}}{\text{waktu rata-rata}} \dots\dots (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

KIP Timah 17 menggunakan *jig* tipe Pan American dan terdiri dari dua jenis *jig*, yaitu *jig* primer dan sekunder. *Jig* primer terdiri dari dua bagian yaitu kiri dan kanan yang mana pada masing-masing *jig* mempunyai empat kompartemen, sedangkan *jig* sekunder terdiri dari dua bagian dengan masing-masing

mempunyai tiga kompartemen (PT Timah Tbk, 2019).

Kinerja *jig* dapat dinilai yang menyatakan kemampuan *jig* dalam bekerja. Kinerja *jig* dipengaruhi oleh empat variabel yaitu panjang tak, jumlah tak, kecepatan aliran horizontal, dan ketebalan lapisan *bed* (Anaperta, 2012). Faktor-faktor pada *jig* yang memengaruhi kinerjanya diamati dan diambil datanya, kemudian nilai standar operasional dijadikan sebagai acuan perbandingan. Nilai yang telah sesuai dengan nilai standar operasional tidak dievaluasi lebih lanjut, dan sebaliknya nilai yang tidak sesuai dengan nilai standar operasional akan dievaluasi lebih lanjut.

1. Kadar aktual

Kadar merupakan nilai yang menyatakan konsentrasi dari suatu elemen berharga dalam satuan tertentu. Kadar yang telah ditargetkan oleh perusahaan pada proses pencucian atau pemisahan menggunakan *jig* di KIP adalah 20-30% Sn. Sampel yang diambil kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengetahui kadar kasiteritnya. Kadar Sn yang diperoleh dari pengamatan I dan II berturut-turut adalah 32,31 dan 37,04%. Nilai tersebut telah melebihi standar yang diharapkan (PT Timah Tbk, 2023) sehingga *losses* yang terjadi pada saat proses pencucian tinggi dan menurunkan *recovery*.

2. *Recovery* aktual

Recovery merupakan istilah yang diakibatkan proses pengolahan bijih yang berlangsung tidak sempurna sehingga berimplikasi adanya mineral berharga yang terbuang sebagai *tailing* (Widhaputra, Arief dan Herlina, 2014). *Recovery* dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat mineral berharga dalam konsentrat dengan berat mineral berharga dalam *feed*. Nilai *recovery* minimal yang dianjurkan adalah 96% (PT Timah Tbk, 2023). Nilai *recovery* yang diperoleh dari pengamatan I adalah 92,70% kemudian nilai *recovery* yang diperoleh dari pengamatan II adalah 88,68 % yang mana nilai *recovery* yang ada tidak memenuhi nilai minimal yang ada.

3. Panjang tak dan jumlah tak

Panjang tak adalah jarak yang ditempuh torak dari awal tak hingga akhir hisapan. Hasil pengamatan jumlah tak dan penghitungan panjang tak dapat dilihat pada Tabel 1 yang diperoleh setelah pengamatan I. Ditemukan adanya variabel panjang dan jumlah tak yang tidak sesuai SOP. Hasil temuan tersebut berada pada sekunder kanan di mana panjang tak yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah 11 mm dengan jumlah tak 224 PPM untuk bak A, 8 mm untuk bak B dan 7 mm untuk bak C dengan jumlah tak 187 PPM untuk kedua bak tersebut di mana SOP yang telah ditetapkan oleh perusahaan adalah 30 sampai 40 mm untuk panjang tak dan 150 sampai 220 PPM untuk jumlah tak *jig* sekunder.

Hasil pengamatan menunjukkan penyebab panjang dan jumlah tak dari *jig* berada di luar standar yang ditetapkan SOP perusahaan adalah adanya kerusakan pada bagian *jig* sekunder kanan tepatnya pada bagian *pillow block jig* dimana gotri (*bearing ball*) *pillow block* telah habis sehingga lontaran yang dihasilkan oleh baut kopling eksentrik bersentuhan langsung dengan besi *pillow*, sedangkan untuk bagian *jig* primer dan *jig* sekunder kiri, panjang dan jumlah tak berada di dalam kisaran SOP yang ditetapkan perusahaan.

Pengamatan kedua dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan kegagalan dan permasalahan yang serupa dengan pengamatan I yaitu bagian panjang dan jumlah tak dari *jig* sekunder kanan masih di luar kisaran SOP. Hasil pengukuran panjang tak adalah 9 mm untuk bak A dan bak B serta 7 mm untuk bak C, sedangkan menurut SOP panjang tak untuk bak A adalah 12-14 mm, B 10-12 mm, dan C 8-10 mm.

Pada pengamatan kedua ini, variabel panjang dan jumlah tak pada setiap bagian dari *jig* primer dan sekunder kiri sudah memenuhi SOP perusahaan kecuali bagian *jig* sekunder kanan.

Tabel 1. Hasil pengamatan dan pengukuran panjang tak I pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Nama <i>jig</i>		Panjang tak (mm)	SOP (mm)	Jumlah tak (PPM)	SOP (PPM)
PR KR 1	A	36	35-40	92	90-110
	B	33	30-35	95	
	C	30	25-30		
PR KR 2	A	36	35-40	92	
	B	33	30-35	95	
	C	30	25-30		
PR KN 1	A	32	35-40	91	
	B	34	30-35	96	
	C	37	25-30		
PR KN 2	A	32	35-40	91	
	B	34	30-35	96	
	C	37	25-30		
SKN KR	A	14	12-14	182	170-220
	B	11	10-12	195	120-180
	C	9	8-10		
SKN KN	A	11	12-14	224	170-220
	B	8	10-12	187	120-180
	C	7	8-10		

Tabel 2. Hasil pengamatan dan pengukuran panjang tak II pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Nama <i>jig</i>		Panjang tak (mm)	SOP (mm)	Jumlah tak (PPM)	SOP (PPM)
PR KR 1	A	35	35-40	92	90-110
	B	33	30-35	96	
	C	30	25-30		
PR KR 2	A	35	35-40	91	
	B	33	30-35	96	
	C	30	25-30		
PR KN 1	A	36	35-40	92	
	B	34	30-35	98	
	C	32	25-30		
PR KN 2	A	36	35-40	93	
	B	34	30-35	98	
	C	32	25-30		
SKN KR	A	13	12-14	182	170-220
	B	11	10-12	164	120-180
	C	9	8-10		
SKN KN	A	9	12-14	216	170-220
	B	7	10-12	201	120-180
	C	7	8-10		

4. Kecepatan Aliran Horizontal Aktual

Kecepatan aliran horizontal aktual adalah kecepatan air yang mengalir pada permukaan bed (Syafutra, Farid dan Lagowa, 2021). Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali. Kecepatan aliran dihitung dari panjang jig dibagi waktu rata-rata air mengalir dari awal hingga akhir kompartemen. Panjang jig primer dan sekunder berturut-turut sebesar 4,1 m dan 3,1 m. Kecepatan aliran horizontal aktual di setiap jig ditunjukkan oleh Tabel 3. Pengamatan I menunjukkan

kecepatan aliran pada setiap jig sudah memenuhi kecepatan aliran horizontal yang ditetapkan oleh perusahaan di dalam SOP pencucian. Dari pengamatan I dan perhitungan diperoleh nilai kecepatan aliran horizontal dari setiap jig adalah 1,39 m/detik untuk jig primer kiri dan 1,37 m/detik untuk jig primer kanan, di mana SOP nya adalah 1,00-1,50 m/detik untuk jig primer. Adapun untuk jig sekunder, nilai kecepatan aliran sebesar 0,70 m/detik untuk jig sekunder kiri dan 0,68 m/detik untuk jig sekunder kanan di mana SOP nya

adalah 0,50-1,00 m/detik untuk jig sekunder. Pada pengamatan II (Tabel 4) ditemukan adanya kecepatan aliran horizontal dari bagian jig yang masih berada di luar nilai SOP, yaitu jig sekunder kanan dengan nilai sebesar 1,35 m/detik dengan nilai SOP sebesar 0,50 sampai 1,00 m/detik. Ketidaksesuaian ini disebabkan debit air yang masuk dari pipa underwater terlalu besar dan sisir penahan air tidak dipasang sehingga kecepatan aliran

menjadi tidak sesuai dengan SOP. Faktor ini dievaluasi lebih lanjut karena nilai yang tidak sesuai dengan SOP dan nilai kecepatan aliran horizontal yang tidak sama di setiap jig. Semakin tinggi kecepatan aliran horizontal pada permukaan jig, maka material semakin tidak mempunyai waktu mengalami proses jigging sehingga banyak material keluar sebagai tailing (Oentari dan Ningsih, 2019).

Tabel 3. Hasil pengamatan dan pengukuran panjang *jig* serta penghitungan kecepatan aliran I pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Pengamatan	Kecepatan aliran horizontal (m/detik)			SOP (m/detik)
	Nama <i>jig</i>	Panjang Saluran (m)	Kecepatan aliran (m/detik)	
Pengamatan I	Primer Kiri 1 Bak 1	4,5	1,39	1,00-1,50
	Primer Kiri 1 Bak 2		1,37	
	Primer Kiri 2 Bak 1		1,33	
	Primer Kiri 2 Bak 2		1,24	
	Primer Kanan 1 Bak 1		1,42	
	Primer Kanan 1 Bak 2		1,40	
	Primer Kanan 2 Bak 1		1,38	
	Primer Kanan 2 Bak 2		1,36	
	Sekunder Kiri Bak 1	2,7	0,7	0,50-1,00
	Sekunder Kiri Bak 2		0,7	
	Sekunder Kanana Bak 1		0,68	
	Sekunder Kanan Bak 2		0,68	

Tabel 4. Hasil pengamatan dan pengukuran panjang *jig* serta penghitungan kecepatan aliran II pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Pengamatan	Kecepatan aliran horizontal (m/detik)			SOP (m/detik)
	Nama <i>jig</i>	Panjang saluran (m)	Kecepatan aliran (m/detik)	
Pengamatan II	Primer Kiri 1 Bak 1	4,5	1,4	1,00-1,50
	Primer Kiri 1 Bak 2		1,39	
	Primer Kiri 2 Bak 1		1,37	
	Primer Kiri 2 Bak 2		1,38	
	Primer Kanan 1 Bak 1		1,37	
	Primer Kanan 1 Bak 2		1,38	
	Primer Kanan 2 Bak 1		1,34	
	Primer Kanan 2 Bak 2		1,32	
	Sekunder Kiri Bak 1	2,7	0,82	0,50-1,00
	Sekunder Kiri Bak 2		0,82	
	Sekunder Kanana Bak 1		1,35	
	Sekunder Kanan Bak 2		1,35	

5. Tebal *bed*

Bed merupakan lapisan atas *screen* yang berada pada *jig* yang berfungsi sebagai media pemisah agar *tailing* tidak jatuh sebagai konsentrat melalui lubang *spigot* (Masduki, Saliman dan Hendratmoko, 2018). Pengambilan data dilakukan dengan mengukur tebal *bed* dari saringan sampai dengan lapisan *bed* paling atas dan membandingkannya dengan nilai standar operasional yang ada. Berdasarkan Tabel 5, pada pengamatan dan pengukuran I ketebalan *bed* sudah sesuai dengan nilai yang ditetapkan di dalam SOP namun pada

pengamatan dan pengukuran II (Tabel 6) ketebalan lapisan *bed jig* aktual di KIP 17 belum sesuai dengan SOP yaitu *jig* primer kiri bak A dan B dengan ketebalan *bed* sebesar 83 mm dibandingkan SOP 70-80 mm. Kondisi ini disebabkan adanya penambahan dan penggemburan bagian *bed jig* sehingga *bed* dari *jig* sekunder kanan ketebalannya melampaui kisaran SOP yang ditetapkan perusahaan yaitu 50 – 70 cm. Adapun *jig* primer kanan 2 dan sekunder kiri ketebalan *bed* sudah sesuai dengan SOP yang ditetapkan perusahaan.

Tabel 5. Hasil pengamatan dan pengukuran ketebalan *bed* I pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Pengamatan	Nama <i>jig</i>	Ketebalan <i>bed</i> (mm)	SOP (mm)
Pengamatan I	Primer Kanan 1	A	75
		B	75
		C	70
	Primer Kanan 2	A	80
		B	80
		C	75
	Primer Kiri 1	A	75
		B	70
		C	70
	Primer Kiri 2	A	70
		B	70
		C	75
	Sekunder Kanan	A	65
		B	65
		C	60
	Sekunder Kiri	A	65
		B	65
		C	65

Tabel 6. Hasil pengamatan dan pengukuran ketebalan *bed* II pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Pengamatan	Nama <i>jig</i>	Ketebalan <i>bed</i> (mm)	SOP (mm)
Pengamatan II	Primer Kiri 1	A	83
		B	83
		C	80
	Primer Kiri 2	A	80
		B	80
		C	75
	Primer Kanan 1	A	85
		B	85
		C	80
	Primer Kanan 2	A	83
		B	83
		C	80
	Sekunder Kiri	A	76
		B	74
		C	71
	Sekunder Kanan	A	70
		B	70
		C	70

6. Cara mengoptimalkan kinerja jig

Untuk mendapatkan *recovery* dan kadar Sn optimum, dibutuhkan variabel-variabel yang baik yaitu:

- a. Kecepatan aliran, merupakan salah satu variabel yang dapat memengaruhi proses pencucian, tetapi dikarenakan konstruksi jig pada KIP permanen maka sulit melakukan pengaturan kecepatan aliran. Konstruksi jig dengan kemiringan (*healing*) $\pm 5^\circ$ sudah memadai. Berdasarkan data hasil *sampling* variabel jig, kecepatan aliran di atas permukaan jig belum sesuai standar operasi pencucian yang mana jig sekunder masih terlalu cepat yaitu 1,00 m/detik sampai 1,19 m/detik pada jig primer dan 0,95 sampai 110 m/detik pada jig sekunder. Oleh karena itu, untuk menstandarkan kecepatan aliran pada jig perlu dibuat sisir penahan bagi aliran yang terlalu cepat dan melepasnya apabila aliran melambat akibat banyak material lempung (Prana, 2011). Berdasarkan standar operasional kapal isap produksi, tebal *bed* yang harus dimiliki jig adalah 70-80 mm. Ketebalan *bed* sangat memengaruhi hasil pemisahan dan tergantung kepada mineral yang akan dipisahkan. Semakin tebal dan besar ukuran butir *bed*, semakin sulit air mengalir ke atas untuk mendorong lapisan *bed*, sehingga semakin sedikit partikel mineral berharga yang mengendap sebagai konsentrat yang berakibat pada rendahnya *recovery* (Indriyani, Mukiat dan Ningsih, 2021).

- b. Ketebalan *bed* harus dijaga pada ketebalan 70-80 mm. Perlu adanya pengukuran kembali setelah penambahan dan penggemburan bagian *bed jig* sehingga membuat *bed* dari jig tetap baik (Widhaputra, Arief dan Herlina, 2014).

- c. Berdasarkan hasil analisis masih ada variabel panjang tak jig yang tidak sesuai dengan ketentuan yaitu kompartemen A, B, dan C pada jig sekunder yang diakibatkan oleh kerusakan dan keausan pada bagian baut *center* dan gotri (*bearing ball*) *pillow block* sehingga lontaran yang dihasilkan oleh eksentrik bersentuhan langsung dengan besi *pillow block* dan membuat panjang tak menjadi lebih kecil dan jumlah tak menjadi lebih banyak. Oleh karena itu perlu dilakukan kembali penyetelan ulang panjang tak jig primer A, B, C sesuai dengan rekomendasi SOP.

7. Variabel pasca evaluasi

Tabel 1 – 6 di atas menunjukkan hasil pengamatan I dan II pada masing masing jig: jig primer kanan, primer kiri, sekunder kanan, dan sekunder kiri. Setelah dilakukan evaluasi dan penyetelan ulang variabel-variabel kinerja jig yang terdiri dari: panjang tak, jumlah tak, kecepatan aliran horizontal, dan ketebalan *bed*, agar sesuai dengan SOP Pencucian Jig tipe Pan American, variabel-variabel tersebut sudah mencapai target dan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Tabel 7. Pengamatan dan penghitungan kecepatan aliran horizontal pasca evaluasi pada bagian jig secara langsung di lapangan

Pengamatan	Kecepatan aliran horizontal (m/detik)			
	Nama jig	Panjang saluran jig	Kecepatan aliran (m/detik)	SOP (m/detik)
Setelah evaluasi	Primer Kanan 1 Bak 1	4,5	1,2	1,00-1,50
	Primer Kanan 1 Bak 2		1,19	
	Primer Kanan 2 Bak 1		1,18	
	Primer Kanan 2 Bak 2		1,17	
	Primer Kiri 1 Bak 1		1,2	
	Primer Kiri 1 Bak 2		1,18	
	Primer Kiri 2 Bak 1		1,19	
	Primer Kiri 2 Bak 2		1,17	
	Sekunder Kanan Bak 1	2,7	0,79	0,50-1,00
	Sekunder Kanan Bak 2		0,77	
	Sekunder Kiri Bak 1		0,81	
	Sekunder Kiri Bak 2		0,79	

Data Tabel 7 di atas diperoleh setelah dilakukan evaluasi dan perbaikan kinerja variabel kecepatan aliran horizontal sebelumnya, kemudian dilakukan pengamatan dan penghitungan ulang. Terjadi perubahan kecepatan aliran horizontal pada setiap *jig* yang mana nilainya sudah memenuhi kecepatan aliran horizontal yang ditetapkan di dalam SOP pencucian. Di antaranya kecepatan aliran horizontal *jig* primer kanan 1 = 1,20 m/detik, *jig* primer kanan 2 = 1,19 m/detik. *Jig* primer kiri 1 = 1,20 m/detik, *jig* primer kiri 2 = 1,19 m/detik, *jig* sekunder kanan = 0,81 m/detik dan *jig* sekunder kiri = 0,79 m/detik.

Data Tabel 8 diperoleh setelah dilakukan evaluasi dan penyetelan ulang kinerja variabel ketebalan *bed* sebelumnya dengan hasil ketebalan *bed* yang sudah memenuhi ketentuan yang ditetapkan dalam SOP. Ketebalan *jig* primer kiri 1 bagian A, B, C masing-masing adalah 80 mm, 80 mm, 75 mm. *Jig* primer kiri 2 bagian A, B, C sebesar 80 mm, 80 mm, 80 mm. *Jig* primer kanan 1 bagian A, B, C sebesar 80 mm, 80 mm, 80 mm. *Jig* primer kanan 2 bagian A, B, C sebesar 80 mm, 80 mm, 80 mm. *Jig* sekunder kiri sebesar 70 mm, 70 mm, 65 mm dan untuk *jig* sekunder kanan adalah 70 mm, 70 mm, 65 mm.

Tabel 8. Pengamatan ketebalan *bed* pasca evaluasi pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Pengamatan	Ketebalan <i>bed</i>		
	Nama <i>jig</i>	Ketebalan <i>bed</i> (mm)	SOP (mm)
Setelah Evaluasi	Primer Kanan 1	A	80
		B	80
		C	80
	Primer Kanan 2	A	80
		B	80
		C	80
	Primer Kiri 1	A	80
		B	80
		C	75
	Primer Kiri 2	A	80
		B	80
		C	80
	Sekunder Kiri 1	A	70
		B	70
		C	65
	Sekunder Kiri 2	A	70
		B	70
		C	65

Tabel 9. Pengamatan panjang dan jumlah tak pasca evaluasi pada bagian *jig* secara langsung di lapangan

Pengamatan	Nama <i>jig</i>	Panjang tak (mm)	SOP (mm)	Jumlah. tak (PPM)	SOP (PPM)
Setelah Evaluasi	Primer Kanan 1	A	35	35-40	93
		B	32	30-35	98
		C	29	25-30	
	Primer Kanan 2	A	36	35-40	93
		B	33	30-35	97
		C	29	25-30	
	Primer Kiri 1	A	37	35-40	93
		B	34	30-35	97
		C	31	25-30	
	Primer Kiri 2	A	37	35-40	93
		B	35	30-35	96
		C	30	25-30	

Pengamatan	Nama jig	Panjang tak (mm)	SOP (mm)	Jumlah. tak (PPM)	SOP (PPM)
Sekunder Kanan 1	A	14	12–14	158	170-220
	B	12	10–12	182	120-180
	C	9	8–10		
Sekunder Kanan 2	A	15	12–14	152	170-220
	B	12	10–12	179	120-180
	C	10	8–10		

Data Tabel 9 diperoleh setelah dilakukan evaluasi dan penyetelan ulang kinerja variabel panjang dan jumlah tak pada jig sehingga panjang dan jumlah tak sudah memenuhi SOP. Terlihat pada Tabel 9, setelah evaluasi dan perbaikan serta dilanjutkan pengamatan I dan II, panjang tak *jig* sekunder kanan bak B 12 mm, C 10 mm dengan panjang tak menurut SOP untuk *jig* sekunder kanan bak B dan C berturut-turut adalah 10 - 12 dan 8 - 10 mm.

Tabel 7, 8, dan 9 di atas menunjukkan hasil evaluasi dan penyetelan ulang variabel-variabel kinerja pada masing masing *jig* tipe *Pan American* yaitu *jig* primer kanan, primer kiri, sekunder kanan, dan sekunder kiri. Hasil perbaikan menunjukkan nilai-nilai variabel yang telah memenuhi standar yang ditetapkan SOP perusahaan.

8. Kadar setelah perbaikan

Setelah dilakukan evaluasi dan simulasi di KIP Timah 17 diperoleh konsentrat dengan kadar Sn akhir sebesar 23,45% yang telah memenuhi target standar konsentrat akhir yaitu 20-30% Sn. Walaupun telah memenuhi standar, konsentrat masih mengandung mineral ikutan yang tinggi sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan kadar Sn sebesar 13,59% dibandingkan kondisi aktual, tetapi untuk *recovery* mengalami kenaikan sebesar 8,85% dikarenakan lebih sedikit *tailing* pada keseluruhan *jig* yaitu sebesar 0,726 kg/jam.

Jumlah mineral ikutan yang masih tinggi tidak menjadi permasalahan saat proses pemisahan bijih timah di KIP karena tujuan utama proses pencucian bijih timah di KIP adalah mengambil mineral berharga dengan jumlah yang sebesar-besarnya dengan syarat kadar Sn masih dalam standar yang ditetapkan karena peningkatan kadar Sn masih dilanjutkan

pada proses selanjutnya yang dilakukan di darat yaitu pusat pengolahan dan peleburan (Sagala, 2021).

9. *Recovery* setelah perbaikan

Setelah evaluasi kinerja *jig* pada Februari 2024, dilakukan beberapa perbaikan dengan perubahan yang signifikan seperti yang terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil evaluasi *jig*: *Recovery* dan kadar Sn sebelum dan setelah evaluasi

Sebelum Evaluasi				Recovery Setelah Evaluasi (%)
Recovery (%)		Kadar Sn (%)		
I	II	I	II	
93,92	89,48	26,26	35,46	97,53

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa sebelum evaluasi dan penyetelan ulang variabel-variabel kinerja *jig*, *recovery* yang dihasilkan dari proses pencucian pada pengamatan I dan II adalah 93,92% dan 89,48%; dengan kadar Sn 26,26% dan 35,46%. Setelah dilakukan perubahan pada variabel-variabel, *recovery* berhasil meningkat dari 89,48% menjadi 97,53%, dengan peningkatan *recovery* 8,05%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengukuran kinerja variabel *jig* pada pengamatan I ditemukan variabel panjang dan jumlah tak *jig* pada bagian *jig* sekunder kanan tidak sesuai dengan SOP yang ditetapkan dan mengakibatkan perolehan *recovery* pada pengamatan I sebesar 92,70 % dengan kadar konsentrat akhir Sn 32,21 %.

Panjang dan jumlah tak yang tidak sesuai SOP pada pengamatan I disebabkan karena gotri pada bagian *pillow block jig* telah aus sehingga membuat panjang tak menjadi lebih kecil dan jumlah tak menjadi lebih banyak. Pada

pengamatan II juga ditemukan variabel yang tidak sesuai dengan SOP dengan kondisi yang lebih krusial dari pengamatan I yaitu variabel panjang dan jumlah tak *jig* sekunder kanan yang tidak memenuhi SOP yang disebabkan oleh kondisi yang sama dengan pengamatan I. Kecepatan aliran *jig* sekunder kanan berlebih karena debit air yang masuk dari pipa *underwater* terlalu besar dan sisir penahan air tidak dipasang sehingga kecepatan aliran menjadi tidak sesuai dengan SOP. Pada *bed jig* sekunder kanan, sekunder kiri, primer kanan dan kiri terjadi penambahan dan penggemburan bagian *bed jig* sehingga membuat ketebalan *bed* dari *jig* sekunder kanan melampaui batas nilai SOP yang ditetapkan dan mengakibatkan *recovery* akhir dari proses pencucian menjadi 88,69% dengan kadar konsentrat akhir Sn 37,04 %.

Untuk meningkatkan nilai *recovery* dan kadar Sn, dilakukan perbaikan pada variabel kecepatan aliran dengan cara membuat sisir penahan air yang dipasang apabila kecepatan air terlalu besar dan dilepas apabila kecepatan aliran lambat. Kemudian pada variabel ketebalan *bed* dilakukan pengukuran kembali setelah penambahan dan penggemburan sehingga membuat *bed* dari *jig* tetap baik dan optimal. Pada panjang dan jumlah tak dilakukan perbaikan dengan cara melakukan penggantian gotri yang telah aus dan dilakukan kembali penyetelan ulang terhadap panjang tak dengan rekomendasi *jig* primer A, B, C dengan angka yang sesuai dengan SOP yang ada agar kinerja *jig* tersebut dapat kembali optimal.

Setelah dilakukan evaluasi perbaikan dan penyetelan ulang pada variabel-variabel *jig* yang berada di luar SOP, *recovery* berhasil meningkat menjadi 97,53% yang sudah sesuai dengan target yang ditetapkan perusahaan.

Saran

Penelitian selanjutnya difokuskan kepada penentuan *recovery* setiap bak dari setiap *jig* dan pengambilan sampel *feed* yang masuk untuk memperoleh *recovery* optimum dan memperbanyak variabel penelitian pada *jig* tipe Pan American.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim dosen Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Jambi, Crew KIP Timah 17, dan Tim Evaluasi Pencucian PT Timah Tbk yang telah membantu penulis hingga tersusunnya artikel ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas seluruh bantuan moril ataupun bersifat material yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anaperta, Y.M. (2012) "Optimalisasi proses pencucian Kapal Isap Produksi (KIP) timah Penganak dalam meningkatkan pencapaian produksi di Laut Permis," *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan*, 5(1), hal. 122–135.
- Indriyani, P., Mukiat dan Ningsih, Y.B. (2021) "Peningkatan kadar kasiterit sebagai bahan baku pembuatan tin chemical dengan menggunakan alat Pan American jig dalam skala laboratorium," *Jurnal Pertambangan*, 5(3), hal. 147–152. Tersedia pada: <https://doi.org/https://doi.org/10.36706/jp.v5i3.950>.
- Kusumaningrum, W.I. (2020) *Modul pembelajaran kimia SMA Kelas X: stoikiometri*. Semarang: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ludiansyah, R., Widiatmoko, H.C. dan Sriyanti (2018) "Rancangan alat sluice box berdasarkan kemiringan dan ukuran butir guna memperoleh nilai *recovery* optimal pada hematit (Fe₂O₃) di pesisir pantai Cibobos Kecamatan Bayah Kabupaten Lebak Provinsi Banten," *Prosiding Teknik Pertambangan*, 4(2), hal. 495–502.
- Masduki, Saliman, H. dan Hendratmoko, I. (2018) "Perhitungan *recovery* aktual timah dalam proses pencucian dengan Jig Pan American di open pit TB 1.42 Pemali, PT Timah (Persero) Tbk," *Indonesian Mining and Energy Journal*, 1(1), hal. 8–17.
- Oentari, C. dan Ningsih, R.Y.B. (2019) "Evaluasi teknis nilai *recovery* dan kadar kasiterit pada alat Pan American Jig PBBT PT Timah (Persero) Tbk Pemali Kepulauan Bangka Belitung," *Jurnal Pertambangan*, 3(3), hal. 14–19.

- Prana, A.R. (2011) *Bahan-bahan pelajaran pendidikan mandor jig*. Bangka: Unit Penambangan Laut Bangka. Pn. Tambang Timah.
- PT Timah Tbk (2019) *Data-data, laporan dan arsip PT Timah Tbk*.
- PT Timah Tbk (2023) *SOP Pencucian Kapal Isap Produksi*. Bangka.
- Sagala, R. (2021) *Analisis kinerja jig clean up untuk meningkatkan recovery dan kadar Sn pada KIP Timah 18 PT Timah Tbk - (S.TT.0014)*. Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya.
- Selviyana, F., Hasjim, M. dan Juniah, R. (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 Sriwijaya*, 3(1).
- Syafutra, I., Farid, F. dan Lagowa, I. (2021) "Pengaruh kemiringan sluice box terhadap proses pemisahan pasir besi berdasarkan perbedaan specific gravity pada skala laboratorium," *Jurnal Teknik Kebumihan*, 7(01), hal. 26–35.
- Widhaputra, Y., Arief, A.T. dan Herlina, W. (2014) "Evaluasi kinerja jig pada Kapal Isap Produksi timah 12 daerah perairan Laut Tempilang Bangka Barat di Unit Laut Bangka PT Timah (Persero) Tbk, Provinsi Bangka Belitung Bangka Belitung," *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, 2(5), hal.
- Wills, B.A. dan Finch, J.A. (2016) *Wills' mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery*. Elsevier. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/C2010-0-65478-2>.

