

KAJIAN TEKNIS PENGARUH KETEBALAN LAPISAN *BED* PADA PAN AMERICAN JIG TERHADAP RECOVERY TIMAH DI TB 1.42 PEMALI PT TIMAH (PERSERO) TBK, BANGKA BELITUNG

TECHNICAL STUDY ON THE INFLUENCE OF THE BED LAYER THICKNESS IN PAN AMERICAN JIG FOR TIN RECOVERY AT TB 1.42 PEMALI PT TIMAH (PERSERO) TBK BANGKA BELITUNG

Fathiya Selviyana¹, Machmud Hasjim², Restu Juniah³

*^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia
Telp/fax. (0711) 580137 ; Email: sefinasfathiya@gmail.com*

ABSTRAK

Jig di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali memiliki dua tahapan pemisahan, yaitu tahapan pertama pemisahan dengan jig primer dan tahapan kedua adalah pemisahan dengan jig clean up. Recovery yang dihasilkan dari kedua tahapan jig tersebut belum optimal pada ketebalan lapisan jig bed aktual (80 mm). Pada jig primer dengan distribusi ukuran partikel feed 50#, diperoleh recovery sebesar 96,51% dan losses yang terjadi sebesar 0,35 ton/bulan dengan produksi sebesar 9,67 ton/bulan. Penelitian ini menggunakan dua ketebalan lapisan jig bed yaitu 75 mm dan 85 mm. Pada ketebalan jig bed 75 mm terjadi peningkatan recovery sebesar 2,66% menjadi 99,17% dan penurunan losses sebesar 0,30 ton/bulan menjadi 0,05 ton/bulan dengan produksi 6,02 ton/bulan. Pada ketebalan jig bed 85 mm terjadi penurunan recovery sebesar 2,37% menjadi 94,14% dan peningkatan losses sebesar 0,28 ton/bulan menjadi 0,63 ton/bulan dengan produksi sebesar 10,12 ton/bulan. Sedangkan pada jig clean up dengan distribusi ukuran partikel feed 70#, recovery yang dihasilkan pada ketebalan lapisan jig bed aktual (80 mm) tidak optimal yaitu sebesar 93,17% dan losses yang terjadi sebesar 13,75 ton/bulan dengan produksi sebesar 201,39 ton/bulan. Penelitian pada jig clean up dilakukan pada ketebalan lapisan jig bed 75 mm, diperoleh peningkatan recovery sebesar 6,31% menjadi 99,92% dan terjadi penurunan losses sebesar 13,57 ton/bulan menjadi 0,18 ton/bulan dengan produksi sebesar 212,96 ton/bulan. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ketebalan lapisan jig bed maka recovery yang dihasilkan akan semakin besar tetapi kadar dan losses yang dihasilkan akan semakin kecil.

Kata Kunci : jig bed, recovery, kadar, losses

ABSTRACT

Jig at the installation of washing tin ore TB 1.42 Pemali has two step for separation, first step with primary jig and the second step is clean up jig. Recovery produced in primary jig is not yet optimal on actual bed layer thickness (80 mm) with size distribution feed 50#, recovery by 96,51% and losses that occurred as much as 0,35 tons/month with production by 9,67 tons/month. This research used two layers of bed thickness, that are 75 mm and 85 mm. On the bed layer thickness is 75 mm, obtained increase of recovery by 2,66% of the actual bed layer thickness being 99,17%, but decrease on losses by 0,30 tons/month to 0,05 tons/month with production by 6,02 tons/month. On the bed layer thickness 85 mm, obtained decrease of recovery by 2,37% of the actual bed layer thickness being 94,14%, but increase on losses by 0,28 tons/month to 0,63 tons/month with production by 10,12 tons/month. While recovery is produced in clean up jig is not optimal on the actual bed layer thickness (80 mm) with size distribution of feed 70#, recovery by 93,17% and losses that occurred as much as 13,75 tons/month with production by 201,39 tons/month. This research used the bed layer thickness 75 mm, obtained increase of recovery by 6,31% to 99,92%, but decrease on losses by 13,57 tons/month to 0,18 tons/month with production by 212,96 tons/month. Based on the results of this research, it can be concluded that smaller of the bed layer thickness, then the result of recovery will be increase. But grade and losses generated will be smaller.

Keyword : primary jig, clean up jig, jig bed, recovery, losses

1. PENDAHULUAN

Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali dibangun bertujuan untuk mengolah bijih timah yang berukuran halus (20#-100#). Mineral dalam bijih timah memiliki perbedaan *specific gravity* yang signifikan sehingga pengolahan menggunakan *full gravity* (*Gravity Concentration*). *Gravity concentration* merupakan proses pemisahan yang memanfaatkan perbedaan berat jenis komponen mineral untuk mendapatkan kadar dan *recovery* dari satu atau lebih mineral berharga yang bernilai ekonomis dengan menggunakan teknologi tertentu berdasarkan sifat fisik mineral tertentu [1]. Metode *gravity concentration* yang digunakan di Instalasi Pencucian Bijih timah TB 1.42 Pemali ini adalah *jigging* dan *sluicing* (*Sluice Box*). *Jig* digunakan pada proses pemisahan awal *gravity concentration* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali, karena *jig* memiliki kemampuan lebih baik untuk memisahkan mineral utama dari mineral pengotornya dengan perbedaan ukuran fraksi mineral [2]. *Jig* yang digunakan di Instalasi Pencucian Bijih TB 1.42 Pemali adalah tipe *Pan American Jig* (Gambar 1). *Jigging* merupakan suatu proses pemisahan bijih dalam suatu media cair dengan memanfaatkan prinsip perbedaan berat jenis mineral-mineral yang akan dipisahkan dengan membentuk stratifikasi dalam beberapa lapisan berdasarkan pergerakan partikel *jig bed* yang sesekali terlempar ke atas seiring pergerakan pukulan fluida secara vertical (*pulsion torak*) [3]. Dalam *jigging process* terjadi dua proses, yaitu *pulsion* dan *suction* [4]. Apabila distribusi ukuran partikel *feed* relatif sama, maka *pulsion* harus lebih kecil dari *suction* dan sebaliknya apabila distribusi ukuran partikel *feed* berbeda, maka *pulsion* harus lebih besar dari *suction* [5]. Kedua *jigging process* ini sangat mempengaruhi pergerakan lapisan *bed* (media pemisah) dan menghasilkan tiga faktor yang mempengaruhi efektivitas kinerja *jig*, yaitu *hindered settling*, *differential acceleration* dan *consolidation trickling* [6]. Proses pemisahan menggunakan *jig* memiliki beberapa parameter yang mempengaruhi efektivitas kinerja *jig*, antara lain penyebaran *feed* (*feed rate*), kecepatan aliran air di atas permukaan *jig*, panjang pukulan torak dan jumlah pukulan torak, ketebalan lapisan *jig bed* dan ukuran partikel *jig bed*, volume *underwater*, kecepatan aliran air didalam *jig tank*, dan ukuran lubang *spigot* [7]. Parameter *jig* aktual di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali dapat dilihat pada tabel 1.

Penelitian ini mengkaji salah satu parameter efektivitas kinerja *jig* yaitu ketebalan lapisan *jig bed* dan ukuran partikel *jig bed*. *Bed* merupakan parameter penting dalam proses pemisahan, karena *bed* berfungsi sebagai media pemisah dan memiliki *specific gravity* antara mineral utama dengan mineral pengotor dominan (*Quartz*). Material *jig bed* yang digunakan di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali ini adalah *Hematite*. Ketebalan *jig bed* berpengaruh terhadap efektivitas pemisahan mineral yang tergantung pada distribusi ukuran partikel *feed*, di Instalasi ini distribusi ukuran partikel *feed* sebesar 20#-100# (dominan 50#). Standar teknik pencucian untuk ukuran partikel *jig bed* yaitu 12-18 mm (*jig primer*) dan 6-9 mm (*jig clean up*), tetapi ukuran partikel *jig bed* aktual tidak sesuai dengan standar (Gambar 2).

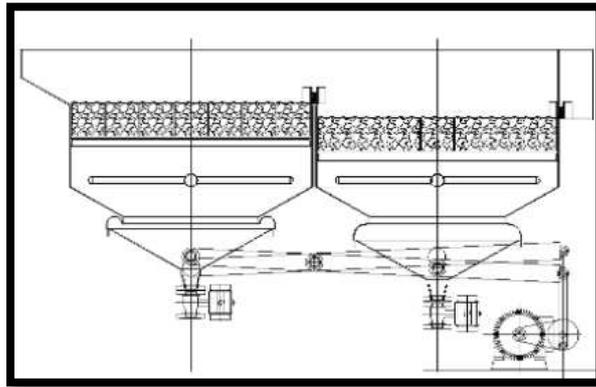
Selain ketebalan lapisan *jig bed* dan ukuran partikel *jig bed* yang tidak sesuai standar, panjang pukulan torak juga tidak disesuaikan dengan standar operasi pencucian bijih timah. Hal ini menyebabkan kadar dan *recovery* yang dihasilkan belum memenuhi standar yang diinginkan yaitu *final concentrate* $\geq 50\%$ SnO₂ dengan *recovery* $\geq 98\%$ [8]. Ketebalan lapisan *jig bed* aktual (80 mm) pada *jig primer* menghasilkan *recovery* yang belum optimal dan pada *jig clean up*, *recovery* tidak optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian untuk mengkaji secara terknis pengaruh ketebalan lapisan *jig bed* pada *Pan American Jig* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali agar di peroleh pada ketebalan lapisan *jig bed* berapa *recovery* dapat meningkat. Upaya untuk meningkatkan kadar, panjang pukulan torak diperkecil sesuai ukuran fraksi *Cassiterite* yang masuk kedalam suatu proses dengan melakukan perhitungan panjang pukulan torak efektif. Dalam hal ini, khususnya pada *jig primer* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali, panjang pukulan torak aktual pada kompartemen A, B, C dan D adalah 25, 15, 10 dan 5 sebaiknya sesuai dengan panjang pukulan torak efektif dari kompartemen A, B, C dan D adalah 21, 19, 17 dan 16. Semakin panjang pukulan torak *jig*, maka semakin tinggi *recovery* yang dihasilkan tetapi kadar konsentrat yang dihasilkan akan rendah [9].

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah belum optimalnya perolehan *recovery* di Instalasi Pencucian Bijih Timah Bijih Timah TB 1.42 Pemali, maka dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Faktor apa yang menyebabkan belum optimalnya *recovery* di Instalasi Pencucian TB 1.42 Pemali?
2. Bagaimana cara meningkatkan *recovery* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali?
3. Bagaimana cara mengoptimalkan efektivitas *jig* terhadap penurunan *losses* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali?

Sedangkan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui variabel yang mempengaruhi kinerja *jig* terhadap *recovery*
2. Mengetahui cara mengoptimalkan *recovery jig* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali dengan melakukan penelitian penambahan atau pengurangan ketebalan lapisan *jig bed* dari ketebalan aktualnya.
3. Mengkaji variabel yang harus dilakukan pengaturan ulang agar efektivitas kinerja *jig* optimal dan diperoleh *losses* sekecil mungkin.



Gambar 1. Pan American Jig



Gambar 2. Jig Bed di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali

Tabel 1. Data Parameter Jig aktual di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali

	Jig Primer	Jig Clean Up
Distribusi Ukuran Partikel Feed	50#	70#
Kecepatan Aliran Air di atas Permukaan Jig	1 – 1,15 m/s	0,49 – 0,5 m/s
Panjang Pukulan Torak	25;15;10;6	25;15;10
Jumlah Pukulan Torak	129;129;129;130	160;160;160
Tebal Jig Bed	80 mm	80 mm
Volume Underwater	270;245;221;196	229;196;196

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur yang terkait dengan proses pencucian bijih timah menggunakan *jig* serta melakukan pengumpulan data terdiri dari data variabel-variabel kinerja *Pan American Jig*, data *sampling feed*, data *sampling konsentrat*, dan data *sampling tailing* yang kemudian dilakukan analisa laboratorium (*Grain Counting Analysis*) dan selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan menggunakan persamaan matematis untuk mendapatkan kadar masing-masing sampel dan *recovery* dari setiap *jig*, serta efektivitas kinerja *jig* terhadap *losses*. *Recovery* adalah presentase mineral logam dalam bijih (*feed*) dibandingkan dengan konsentrat yang dihasilkan dari suatu proses pemisahan. *Recovery* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2 dibawah ini:

$$R = 100 \frac{Cc}{Ff} \quad (1)$$

R adalah *recovery*, C adalah berat konsentrat, c adalah kadar konsentrat, F adalah berat *feed* dan f adalah kadar *feed*.

Pada penentuan rancangan perhitungan penelitian, dilakukan dalam dua ketebalan lapisan *jig bed* yaitu 75 mm dan 85 mm. Dalam rancangan perhitungan penelitian ini, akan dihasilkan pada ketebalan lapisan *jig bed* berapa diperoleh peningkatan *recovery* dan penurunan *losses*.

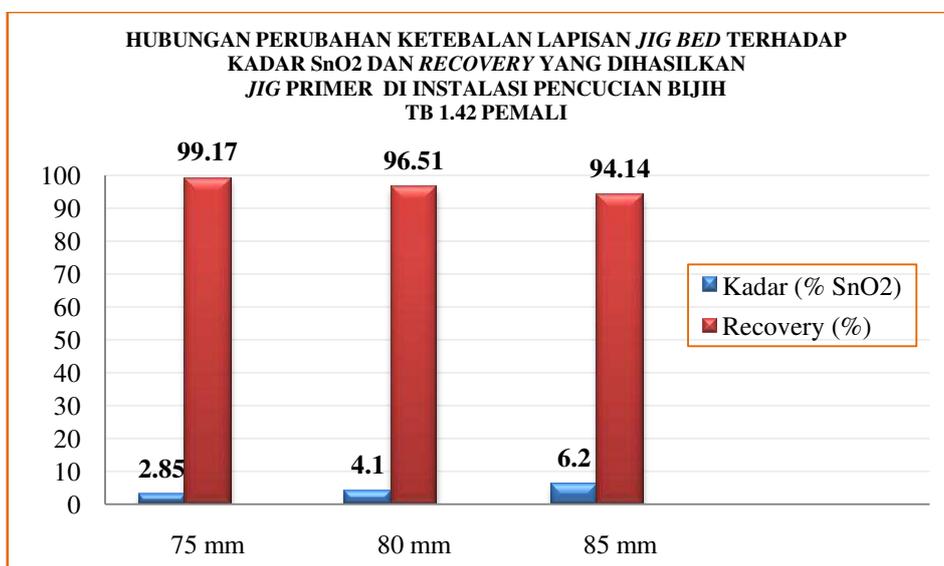
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Faktor yang Mempengaruhi Peningkatan *Recovery* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali

Dalam proses pemisahan menggunakan *jig*, kinerja *jig* dipengaruhi oleh beberapa parameter, salah satunya adalah ketebalan lapisan *jig bed*. Pada ketebalan lapisan *jig bed* aktual (80 mm) diperoleh *recovery* yang belum optimal yaitu 96,51% dengan kadar sebesar 4,10% SnO₂ dan losses yang terjadi sebesar 0,18 ton/bulan dengan produksi sebesar 6,26 ton/bulan. Hal ini juga disebabkan oleh bentuk dan ukuran dari material *bed* (*Hematite*) yang tidak sesuai standar teknik operasi pencucian bijih timah yaitu ϕ 12-18 mm (*Jig Primer*) dan ϕ 6-9 mm (*Jig Clean Up*) [10]. Selain itu, pembersihan pada material *jig bed* dari mineral ikutan dominan (*Quartz*) sebelum operasi pencucian berjalan perlu dilakukan dengan tujuan agar mineral yang masih bercampur dengan mineral *jig bed*, tidak memenuhi pori-pori yang dibentuk mineral lapisan *jig bed* tersebut. Hal ini akan menyebabkan mineral *Cassiterite* berukuran halus tidak mempunyai kesempatan untuk menerobos celah-celah *jig bed* sehingga terjadi losses. Penelitian dilakukan pada dua ketebalan lapisan *jig bed* yaitu 75 mm dan 85 mm. Pada ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm, terjadi peningkatan *recovery* sebesar 2,66% menjadi 99,17% dengan penurunan kadar menjadi 2,85% SnO₂ dan penurunan losses sebesar 0,19 ton/bulan menjadi 0,04 ton/bulan dengan produksi 6,26 ton/bulan. Pada ketebalan lapisan *jig bed* 85 mm terjadi penurunan *recovery* sebesar 2,37% menjadi 94,14% dengan peningkatan kadar menjadi 6,20% SnO₂ dan peningkatan losses sebesar 0,45 ton/bulan menjadi 0,63 ton/bulan dengan produksi sebesar 10,12 ton/bulan. Sedangkan pada *jig clean up*, *recovery* yang dihasilkan pada ketebalan lapisan *jig bed* aktual (80 mm) tidak optimal yaitu sebesar 93,17% dengan kadar sebesar 58,49% SnO₂ dan losses yang terjadi sebesar 13,75 ton/bulan dengan produksi sebesar 201,39 ton/bulan. Penelitian pada *jig clean up* dilakukan pada ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm, diperoleh peningkatan *recovery* sebesar 6,31% menjadi 99,92% dengan penurunan kadar menjadi 51,49% SnO₂ (masih memenuhi standar operasi teknik pencucian yaitu $\geq 50\%$ SnO₂) dan terjadi penurunan losses sebesar 13,57 ton/bulan menjadi 0,18 ton/bulan dengan produksi sebesar 212,96 ton/bulan. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Tabel 2. Pengaruh Perubahan Ketebalan Lapisan *Bed* Pada *Jig Primer* Terhadap Kadar *Recovery* dan *Losses*

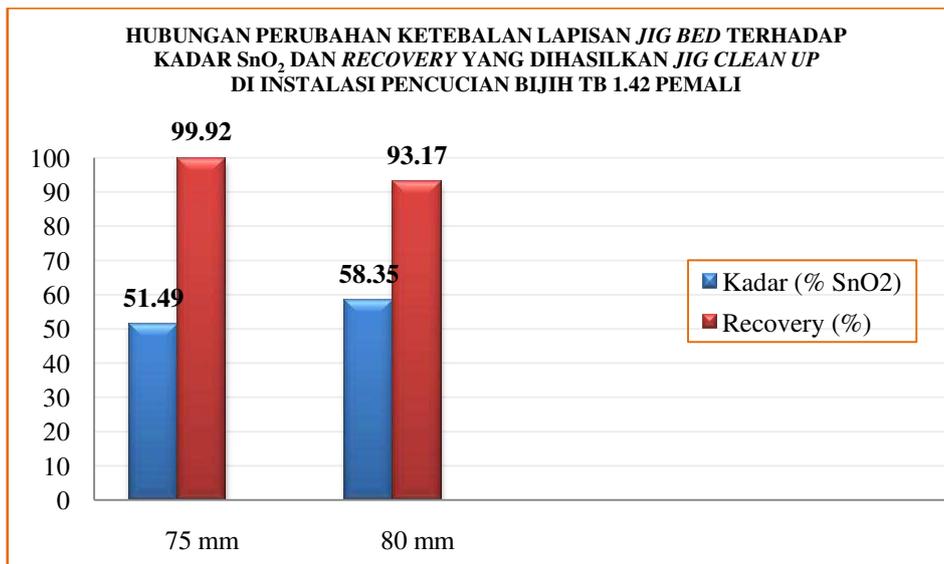
Tebal <i>Bed</i>	<i>Recovery</i>	Kadar (% SnO ₂)	Produksi (Ton/Bulan)	
			Konsentrat	<i>Tailing</i>
75 mm	99,17%	2,85	6,02	0,05
80 mm	96,51%	4,10	9,67	0,35
85 mm	94,14%	6,20	10,12	0,63



Gambar 3. Grafik Hubungan Perubahan Ketebalan Lapisan *Jig Bed* Terhadap Kadar dan *Recovery* pada *Jig Primer*

Tabel 3. Pengaruh Perubahan Ketebalan Lapisan *Bed* pada *Jig Clean Up* Terhadap Kadar, *Recovery* dan *Losses*

Tebal <i>Bed</i>	<i>Recovery</i>	Kadar (% SnO ₂)	Produksi (Ton/Bulan)	
			Konsentrat	<i>Tailing</i>
75 mm	99,92%	51,49	212,96	0,18
80 mm	93,17%	58,35	201,39	13,75



Gambar 4. Grafik Hubungan Perubahan Ketebalan Lapisan *Jig Bed* Terhadap Kadar dan *Recovery* pada *Jig Clean Up*

3.2. Efektivitas Kinerja Pan American Jig di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali

Dari enam sampel *jig* primer yang diambil di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali, *recovery* optimal ditemukan pada pengambilan sampel ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm. *Recovery* belum optimal ditemukan pada pengambilan sampel ketebalan lapisan *jig bed* aktual (80 mm) dan *recovery* tidak optimal ditemukan pada pengambilan sampel ketebalan lapisan *jig bed* 85 mm. Sedangkan pada *jig clean up*, dari dua sampel yang diambil pada *jig* di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali, *recovery* optimal ditemukan pada pengambilan sampel pada ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm dan kadar yang dihasilkan juga memenuhi standar minimum kadar yang ditetapkan oleh PT Timah (Persero), Tbk yaitu $\geq 50\%$ Sn. Sedangkan pada ketebalan *jig bed* aktual (80 mm) menghasilkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm, tetapi *recovery* yang dihasilkan tidak optimal. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 5 di bawah ini, kondisi terbaik pada *jig clean up* adalah pada ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm, karena *losses* yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan *losses* pada ketebalan *jig bed* aktual (80 mm) atau dengan kata lain *recovery* meningkat.

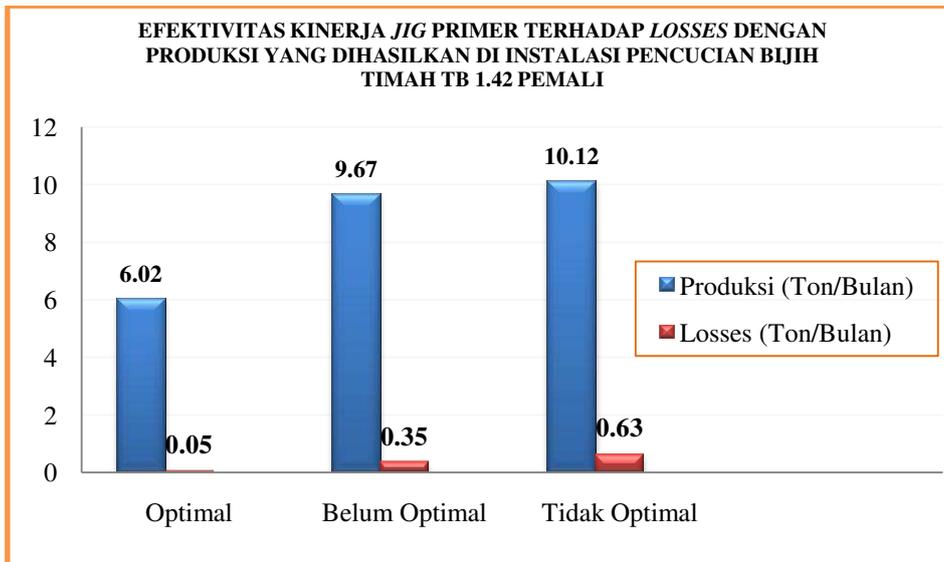
Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 6 di bawah ini, kondisi terbaik pada *jig clean up* adalah pada ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm, karena *recovery* yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan ketebalan lapisan *jig bed* aktual (80 mm). Selain itu, kadar yang dihasilkan pada ketebalan lapisan *jig bed* 75 mm telah memenuhi standar minimum operasi pencucian yaitu $\geq 50\%$. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ketebalan lapisan *bed* pada suatu alat *jig*, maka produksi yang dihasilkan akan semakin besar dan *losses* yang terjadi semakin kecil (*recovery* meningkat), tetapi kadar yang dihasilkan akan mengalami penurunan.

Tabel 4. Efektivitas Kinerja *Jig* Primer Terhadap *Losses* Berdasarkan Tingkat Keoptimalan *Recovery*

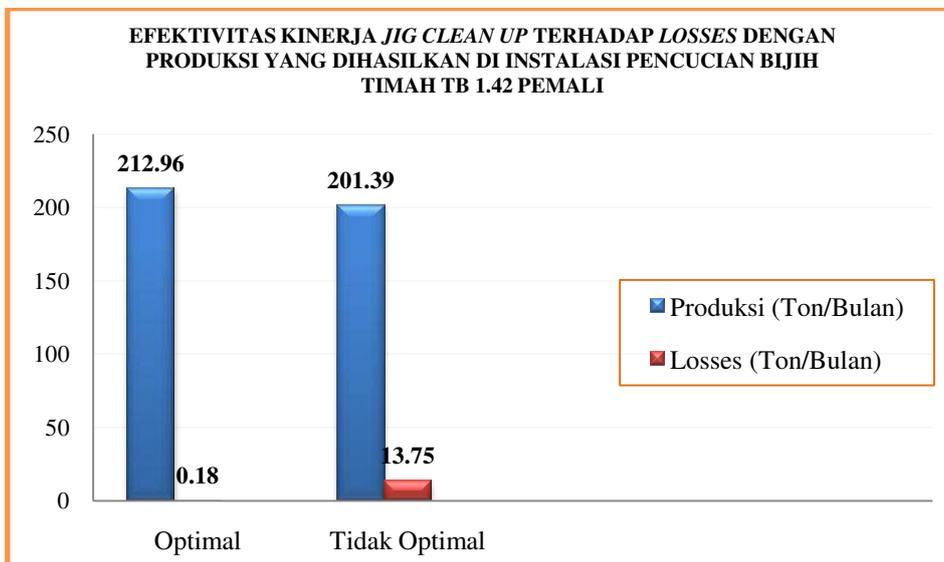
Tebal Bed	Recovery	Produksi			
		Kg/Jam		Ton/Bulan	
		Konsentrat	Tailing	Konsentrat	Tailing
75 mm	99,17%	24,77	0,20	6,02	0,05
80 mm	96,51%	59,71	2,16	9,67	0,35
85 mm	94,14%	20,83	1,30	10,12	0,63

Tabel 5. Efektivitas Kinerja *Jig Clean Up* Terhadap *Losses* Berdasarkan Tingkat Keoptimalan *Recovery*

Tebal Bed	Recovery	Produksi			
		Kg/Jam		Ton/Bulan	
		Konsentrat	Tailing	Konsentrat	Tailing
75 mm	99,92%	438,19	0,37	212,96	0,18
80 mm	93,17%	414,38	28,29	201,39	13,75



Gambar 7. Grafik Efektivitas Pencucian Bijih Timah Terhadap Produksi dan *Losses* yang Terjadi Pada *Jig* Primer



Gambar 8. Grafik Efektivitas Pencucian Bijih Timah Terhadap *Losses* dengan Produksi yang dihasilkan pada *Jig Clean Up*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan diatas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Efektivitas kinerja *jig* dipengaruhi oleh beberapa variabel, yaitu distribusi ukuran partikel *feed*, panjang pukulan torak, jumlah pukulan torak, kecepatan aliran air horizontal, ketebalan *jig bed* dan ukuran partikel penyusun lapisan *jig bed* (*Hematite*), volume *underwater*, kecepatan aliran air didalam *jig tank*, dan ukuran lubang *spigot*.
2. *Recovery jig* primer di Instalasi Pencucian Bijih Timah TB 1.42 Pemali belum optimal pada ketebalan *jig bed* aktual (80 mm) dengan distribusi ukuran partikel *feed* 50#, *recovery* sebesar 96,51% dengan kadar 4,10% SnO₂. Pada ketebalan *jig bed* 75 mm, diperoleh peningkatan *recovery* sebesar 2,66% menjadi 99,17% tetapi terjadi penurunan kadar menjadi 2,85% SnO₂. Pada ketebalan *jig bed* 85 mm terjadi penurunan *recovery* sebesar 2,37% menjadi 94,14% dan terjadi peningkatan kadar menjadi 6,10% SnO₂. Sedangkan *recovery jig clean up* tidak optimal pada ketebalan *jig bed* aktual (80 mm) dengan distribusi ukuran partikel *feed* 70#, *recovery* sebesar 93,17% dengan kadar 58,35% SnO₂ dan pada ketebalan *jig bed* 75 mm diperoleh peningkatan *recovery* sebesar 6,75% menjadi 99,92% dengan penurunan kadar menjadi 51,49% SnO₂. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ketebalan *jig bed* maka *recovery* yang dihasilkan akan semakin besar dan kadar semakin kecil.
3. Pada ketebalan *jig bed* aktual (80 mm), *losses* yang terjadi sebesar 0,35 ton/bulan dengan produksi 9,67 ton/bulan. Ketika dilakukan pengurangan ketebalan *jig bed* mejadi 75 mm, *losses* yang terjadi lebih rendah yaitu 0,05 ton/bulan

tetapi hasil konsentrat kotor (kadar rendah) dengan produksi 6,02 ton/bulan. Pada *jig clean up*, *losses* minimum diperoleh pada ketebalan jig bed 75 mm yaitu 0,05 ton/bulan dengan produksi 6,02 ton/bulan. Sedangkan pada ketebalan *jig bed* aktual diperoleh *losses* yang lebih besar yaitu 0,63 ton/bulan dengan produksi 10,12 ton/bulan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ketebalan *jig bed* maka *losses* yang terjadi akan semakin rendah dan kadar yang dihasilkan rendah (konsentrat kotor).

DAFTAR PUSTAKA

1. Wills, B.A. (2006). *Mineral Processing Technology An Introduction To The Practicle Aspects Of Ore Treatment And Mineral Recovery* 7th Edition. Canada: Butterworth Heineman.
2. Tim Pengolahan. (2013). *Pencucian Tambang Darat PT Timah (Persero)*, Tbk. Belinyu: PT Timah (Persero), Tbk.
3. Srinivisan R., Mishra B. K., Mehrotra S. P. (1998). *Simulation of Particle Stratification in Jigs*. India: Institute of Technology Kanpur.
4. Burt, R. O. (1984). *Development In Mineral Processing-Gravity Concentration Technology, volume 5*. Amsterdam: Elsevier B. V.
5. Jarvis, R. P. (1908). *Investigation on Jigging*. New York: Columbia University.
6. Gaudin, A.M. (1977). *Principles of Mineral Dressing*. New York: Mc. Graw Hill Book Company Inc.
7. Myburgh H. A (2010). The Influence of Control and Mechanical Conditions of Certain Parameters on Jigging. *The Journal of Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 655-660.
8. PT Timah (2005). *Standar Operasi Teknik Pencucian Bijih Timah*. Bangka Belitung: PT Timah (Persero), Tbk.
9. Akbar, I. P. (2012). *Kajian Teknis Pengaruh Panjang Pukulan Torak Terhadap Recovery Timah di PT Timah (Persero) Tbk, Kepulauan Kundur*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.
10. Azwardi, I. (2012). *Penambangan Timah Alluvial*. Bangka Belitung: PT Timah (Persero), Tbk.