

**PERENCANAAN TEKNIS OPERASI PRODUKSI BIJIH TIMAH DI BLOK 3
TAMBANG BESAR 2.1 MITRA PT TIMAH (PERSERO) TBK
(Technical Planning for The Operation of Tin Ore Production at Block 3
Tambang Besar 2.1 Partner of PT Timah (Persero) Tbk)**

Awwab Hafizh¹, E.P.S.B. Taman Tono², Anisa Indriawati²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

²Dosen Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Abstract

The process of tin ore mining in TB 2.1 is conducted by channeling slurry (the mixture of ore and water) from the stock pile into the washing unit by using slurry pump. Now, TB 2.1 is planning block 3 for the operation of tin ore production process. Thus, a good technical planning in accordance with the characteristic of tin ore in TB 2.1 and evaluation of operating system design in Block 1 are necessary. The sample of tin ore concentrate is taken as many as 250 gr from the washing unit to detect P80 of particle size distribution (PSD) of sample. The data of sucker and pressure pipe's length, store tank's height, quantity of primary and secondary jig and tin ore monthly production are required to furthermore plan the mining design, washing plant and equipment needs in the drying unit. Based on the research findings, it is obtained the grain size distribution of tin ore is 1.001 mm, so that the amount of lifting velocity is 3.27 m/s. Slurry pump discharge with a pipe's diameter of 10 inches is 54 m³/hour, while total head of mining design is 30.23 m. Width of launder required is 6.5 m and equipped with two Grizzlies. Washing plant requires three units of primary Jig (2 × 3 cell) and a unit of secondary jig (2 × 3 cell). Adding rotary vibrating screen, shaking table and rod mill are necessary for process optimization in the drying unit.

Keywords: Mine plan, washing plant, tin ore

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kegiatan penambangan timah di darat Kepulauan Bangka Belitung dilakukan oleh berbagai mitra yang bekerja sama dengan PT Timah (Persero) Tbk. Tambang Besar (TB) 2.1 adalah salah satu mitra perusahaan yang memiliki Blok 1 yang sudah berjalan, Blok 2 yang akan segera dijalankan kembali setelah lama berhenti dan Blok 3 yang dalam proses perencanaan. Metode penambangan yang diterapkan di TB 2.1 Tempilang adalah sistem tambang terbuka. Secara garis besar, operasi produksi bijih timah di TB. 2.1 terdiri dari penambangan, pencucian dan pengeringan.

Saat ini TB.2.1 Tempilang sedang merencanakan operasi produksi di Blok 3, sehingga perlu sebuah perencanaan agar kegiatan penambangan berjalan lancar berdasarkan evaluasi pada desain operasi produksi di Blok 1. Evaluasi yang dilakukan adalah berupa evaluasi desain sistem pemipaan

pompa slurry, jumlah grizzly di store bak, jumlah jig, dan peralatan di unit pengeringan. Selanjutnya akan dibuat rancangan teknis terhadap proses penambangan, pencucian dan pengeringan. Hasil dari penelitian akan diilustrasikan secara 2 dimensi menggunakan software Arc GIS 10.1.

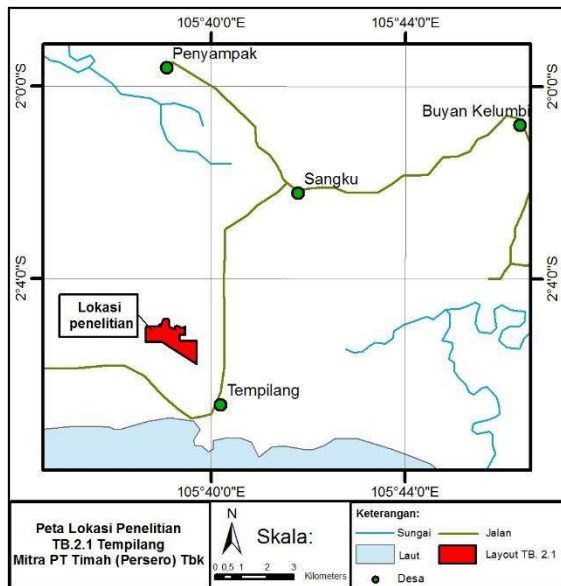
Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain rancangan pemasangan pompa slurry, meningkatkan efektivitas pada proses distribusi slurry dari store bak menuju sluice box dan jig, menentukan kapasitas jig, memilih peralatan yang tepat di unit pengeringan dan merencanakan teknis operasi produksi bijih timah yang baik untuk Blok 3 TB. 2.1 Tempilang.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Tambang Besar 2.1 mitra PT Timah (Persero) Tbk, Kecamatan Tempilang, Kabupaten Bangka Barat, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung (Gambar 1.) dan Pusat Pengolahan Bijih Timah (PPBT) Pemali PT Timah (Persero) Tbk untuk analisa laboratorium. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada tanggal 18 Mei 2016 s/d 31 Juli 2016.

* Korespondensi Penulis: (Awwab Hafizh) Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung, Balunijuk, Kabupaten Bangka, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung.
E-mail: awwabnajib@gmail.com



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tinjauan Pustaka

Salah satu metode penambangan timah di darat adalah metode tambang semprot atau *hydraulicking*. Air bertekanan tinggi untuk menghancurkan tanah diperoleh dari pompa bertekanan tinggi (pompa semprot). Tanah yang hancur bercampur dengan air dipompa ke alat pencucian dengan pompa *slurry* (Batubara, 1985).

Pompa *slurry* sentrifugal sangat cocok untuk dipakai dalam penambangan *alluvial* (Rosadi, 2010). Pompa sentrifugal memiliki impeler (baling-baling) untuk mengangkut zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. (Sularso & Tahara, 2010).

Hal yang perlu diketahui dalam desain pompa *slurry* adalah harus mengetahui ukuran material atau mineral yang akan dipisahkan karena menentukan nilai kecepatan angkut (*lifting velocity*) (Musa & Saparin, 2009). Analisis ukuran butiran adalah hal yang mendasar dalam analisis laboratorium. Fungsi utama analisis partikel adalah untuk menentukan data kuantitatif ukuran dan distribusi ukuran partikel secara tepat (Allen, 1997). Berbagai metode untuk mengetahui distribusi ukuran butir pada persentase berat kumulatif (*undersize*), seperti menggunakan kertas grafik aritmatika, grafik semi-log (Wills & Napier-Munn, 2006).

Menurut Lubis (2015), penggunaan monitor dalam penggalan pada prinsipnya menggunakan formula Rj. Thunen:

$$Q = 4,4 \times 0,96 \times A \sqrt{\eta} \times 3600 \text{ detik/jam} \quad (1)$$

Keterangan:

Q = Debit air dari *nozzle* monitor (m^3/jam).

C = Koefisien discharge *nozzle* (0,96).

A = Luas penampang *nozzle* (m^2).

η = Tekanan air yang keluar dari *nozzle* (mka).

Aliran pada pipa jika tidak penuh dan masih ada rongga yang berisi udara, maka sifat dan karakteristiknya sama dengan aliran pada saluran terbuka (Kodatie, 2009). Prinsip perhitungan debit pada pompa *slurry* adalah menggunakan hukum Darcy (Lubis, 2007).

$$Q = v \times A \quad (2)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m^3/jam)

v = Lifting velocity (m/jam)

A = Luas penampang pipa (m^2)

Lifting velocity untuk mengangkut material dapat diketahui dengan menggunakan rumus Stokes (Lubis, 2007).

$$v = \frac{[(\rho_1 - \rho_2) \times g \times d^2]}{18 \mu} \quad (3)$$

Keterangan:

v = *Lifting velocity* (m/s)

ρ = Densitas (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

μ = Viskositas fluida (kg/ms)

Nilai total *head* dipengaruhi oleh desain pemasangan pompa dan sistem pemipaan (Lubis, 2007).

$$H_t = Z_2 + H_f \text{ isap} + H_f \text{ tekan} + H_v + H_l \quad (4)$$

Keterangan:

Z₂ = Jarak ujung pipa isap ke ujung pipa tekan (m)

H_fi = Kerugian gesek pipa isap (m)

H_ft = Kerugian gesek pipa tekan (m)

H_v = *Head loss velocity* (m)

H_l = Kerugian lainnya (m)

Menurut Sularso dan Tahara (2010), daya pompa yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{Q \times \rho \times g \times H_t}{367 \times \text{Em}} \quad (5)$$

Keterangan:

P = Daya yang dibutuhkan (BHP)

Q = Debit *slurry* (m^3/s)

ρ = Densitas (kg/m^3)

H_t = Total *head* (m)

Em = Efisiensi mesin (%)

Bijih yang melalui pengolahan bahan galian memiliki banyak keuntungan (Ajie & Sudaryanto, 2006). Salah satu metode pengolahan timah adalah metode gravitasi. Metode gravitasi membutuhkan biaya modal yang rendah serta kurangnya bahan kimia dan persyaratan pemanasan yang berlebihan, sehingga metode ini merupakan metode yang ramah lingkungan (Falconer, 2003).

Sluice box digunakan untuk tambang rakyat atau tambang-tambang skala kecil untuk mencuci timah. Formulasi yang digunakan untuk menghitung lebar *sluice box* adalah sebagai berikut (Lubis, 2007):

$$L = \frac{Q}{w} \quad (6)$$

$$W = \frac{\rho \times g \times \sin \theta \times D^3}{3 \mu} \quad (7)$$

Keterangan:

- L = Lebar bak distribusi *feed*(m)
- Q = Debit *pulp* (cm³/s)
- W = Kapasitas per lebar (cm²/s)
- ρ = Berat jenis *pulp* ($1,2 \times 10^3$ kg/cm³)
- μ = Viskositas air (0,01 kg/cm s)
- θ = Kemiringan bak distribusi *feed* ($2,7^\circ$)
- D = Tebal lapisan (cm)
- g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Pemisahan mineral berdasarkan berat jenis yang berbeda dalam *jig* dilakukan di *bed* yang diberikan fluida oleh arus air yang naik turun, sehingga menghasilkan stratifikasi (Lyman, 1992). Partikel yang berat akan tenggelam, dan bermigrasi melalui *bed* sehingga terjadi konsentrasi. Sedangkan partikel yang ringan akan menjadi *overflow* yang biasanya disebut sebagai *tailings* (Falconer, 2003). Kapasitas dari *jig* harus direncanakan berdasarkan jumlah *feed* yang akan diolah. Kapasitas pencucian di objek produksi dapat diketahui dengan menghitung kapasitas satu unit *jig* (Pusdiklat PT Timah, 2012). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas} = \text{Jlh cell} \times \text{Lse} \times \text{Kstd} \quad (8)$$

Keterangan:

- Jlh *cell* = Jumlah *cell jig* per unit
- Lse = Luas saringan efektif *jig* PA (0,98 m²/*cell*)
- Kstd = Kapasitas standar *jig* PA (primer = 3,3 m³/jam/m²/Lse) (sekunder = 2,5 m³/jam/m²/Lse)

2. Metode Penelitian

Objek Penelitian

Objek penelitian yang diamati adalah distribusi ukuran butir timah, koordinat alat operasi produksi, yaitu: Mesin Pompa Semprot (MPS), Mesin Pompa *Slurry* (MPT), monitor, *jig*, sakan, dan pemipaan. Selanjutnya unit pencucian, jumlah/jenis peralatan di unit pengeringan, *Digital Shuttle Topography Mission* (SRTM), *Standard Operational Procedure* (SOP) setting PA *jig*, dan laporan bulanan produksi bijih timah.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi: tinjauan umum dan orientasi lapangan, studi literatur, pengumpulan data untuk memperoleh data primer dan data sekunder. Data primer berupa sampel bijih timah, koordinat alat operasi produksi, data fisik unit penambangan dan unit pencucian, serta jenis peralatan di unit

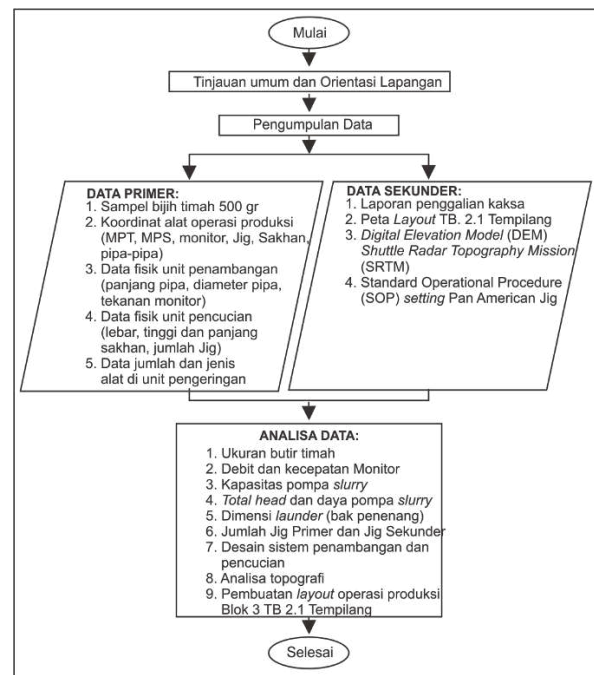
pengeringan. Sedangkan data sekunder adalah laporan penggalian kakska, peta layout penambangan TB. 2.1, *Digital Elevation Model* (DEM) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), dan SOP *pan american jig* PT Timah (Pesero) Tbk.

Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk merencanakan kapasitas dan kecepatan monitor, kecepatan aliran dalam pipa pompa *slurry*, dan kapasitas pompa *slurry* untuk perencanaan Blok 3 TB. 2.1 secara berurutan adalah menggunakan persamaan 1, 3 dan 2. Adapun perhitungan total *head* pompa *slurry* dihitung berdasarkan persamaan 4, sedangkan daya pompa yang dibutuhkan didapatkan dari persamaan 5.

Rancangan yang dilakukan pada unit pencucian adalah dengan merencanakan dimensi saluran pengumpul (*launder*) berdasarkan persamaan 6 dan 7, sedangkan rancangan jumlah *jig* yang dibutuhkan didapatkan berdasarkan persamaan 8. Adapun Rancangan peralatan yang dibutuhkan pada unit pengeringan adalah berdasarkan data statistik produksi bijih timah.

Hasil dari analisa data adalah rancangan kapasitas penambangan, rancangan unit pencucian, rancangan peralatan di unit pengeringan dan peta *layout* operasi produksi Blok 3 TB. 2.1 Tempilang. Tahapan penelitian secara rinci dijelaskan dalam diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

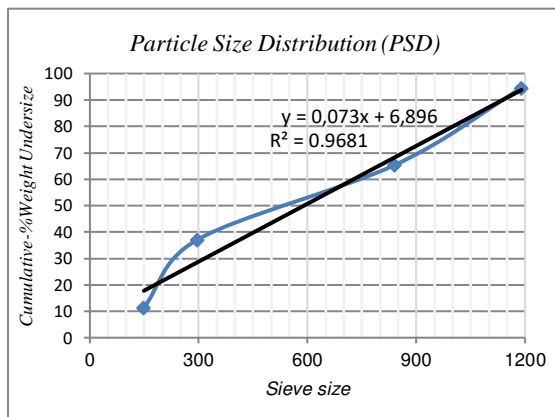
3. Hasil dan Pembahasan

Analisa Distribusi Ukuran Butir Timah

Sampel 250 gram diayak menggunakan *sieve shaker* dengan 5 fraksi ukuran (Tabel 1). Selanjutnya dianalisa menggunakan grafik *particle size distribution* (PSD) dan ditentukan nilai 80% (P80), yaitu persentase kumulatif yang lolos (*undersize*) untuk mengetahui penyebaran ukuran butir dalam sampel (Gambar 3.).

Tabel 1. Hasil ayakan dari *sieveshaker*

Sieve Size		Sieve Fraction		Cumulative-%Weight	
Mesh	µm	gr	%	Over-size	Under-size
16	1190	13,7	5,48	5,48	94,52
20	841	72,8	29,12	34,6	65,4
50	297	70,6	28,24	62,84	37,16
100	149	64,4	25,76	88,6	11,4
-100		28,5	11,4	100	0
Total	250	100			



Gambar 3. Distribusi ukuran butir timah

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, didapatkan persamaan garis lurus $y = 0,073x + 6,896$ dimana x adalah ukuran butir dan y adalah persentase yang diinginkan (80%), sehingga nilai P80 adalah 1,001 mm

Rancangan Kapasitas Produksi Blok 3 TB. 2.1

Kecepatan aliran dalam pipa pompa *slurry* untuk Blok 3 TB. 2.1 ditentukan dari *lifting velocity* berdasarkan analisa ukuran butir timah. Nilai *lifting velocity* yang didapatkan berdasarkan ukuran diameter butir 1,001 mm, massa jenis air 1000 kg/m³, viskositas air 0,01 kg/ms, percepatan gravitasi 9,8 m/s² adalah 3,27 m/s

Kapasitas pompa *slurry* untuk perencanaan Blok 3 ditentukan dari perhitungan debit yang dikeluarkan oleh pipa tekan. Perencanaan yang diinginkan untuk Blok 3 adalah menggunakan pipa 10 inci (0,254 m), kecepatan 3,27 m/s, maka debit pompa *slurry* adalah 594 m³/jam. Perbandingan *solid* terhadap air adalah 1:10, maka kapasitas *output* pipa tekan dari pompa *slurry* adalah 54 m³/jam (*solid*) dan 540 m³/jam (air).

Perencanaan kapasitas dan kecepatan monitor untuk Blok 3 berdasarkan data yang diambil pada Blok 1, yaitu: diameter *nozzle* 2,5 inci (luas penampang = 0,0032 m²), tekanan air di *nozzle* 20 mka adalah 18,89 m/s

Total Head Pompa *Slurry* Blok 3 TB. 2.1

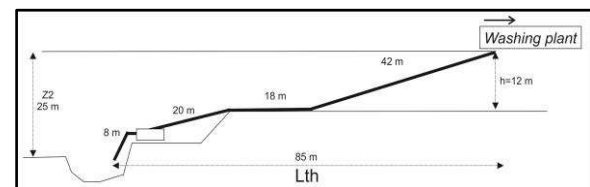
Total *head* pompa berguna untuk mengetahui daya pompa *slurry* yang dibutuhkan. Desain sistem pemipaan dan tinggi *store* bak mempengaruhi nilai total *head* pompa (Gambar 4). Adapun data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Tinggi *jig* = 15 m
- Panjang pipa tekan (L_{pt}) = 80 m (262,47 ft)
- Panjang pipa isap (L_{pi}) = 8 m (26,25 ft)
- Z₂ = 25 m
- Panjang total pipa = 88 m
- Jarak horizontal ke *jig* = 85 m
- Kecepatan aliran = 3,27 m/s
- Diameter pipa = 10 inci
- Luas penampang = 0,0506 m²
- Debit *slurry* = 9900 liter/menit

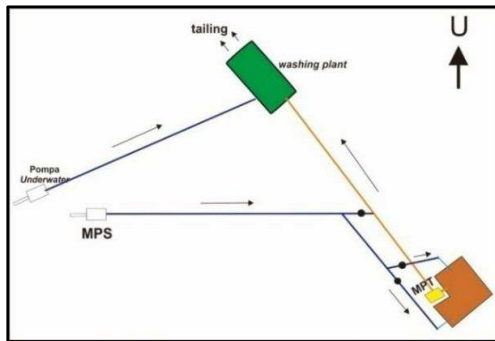
Sehingga total *head* pompa *slurry* dari desain rancangan penambangan di Blok 3 TB.2.1 Tempilang ditunjukkan pada Tabel 2. Daya pompa yang dibutuhkan adalah didapat berdasarkan debit *slurry*, total *head*, berat jenis *slurry*, estimasi efisiensi pompa *slurry* (75%) adalah 174,79 kW. Selanjutnya dibuat skema proses penambangan bijih timah yang terdiri dari *front* kerja, mesin pompa *slurry* (MPT), mesin pompa *underwater jig*, mesin pompa semprot (MPS), monitor dan *washing plant* (Gambar 5.).

Tabel 2. Total *head* rancangan pompa *slurry*

Jenis Head	Nilai Head
Z ₂	25 m
H _f isap	0,66 m
H _f tekan	6,61 m
H _v	0,59 m
H lain	0,39 m
H _t (total head)	33,25 m



Gambar 4. Rancangan desain sistem aliran *slurry* pada pipa Blok 3 TB. 2.1.



Gambar 5. Skema penambangan bijih timah Blok 3 TB. 2.1 Tempilang

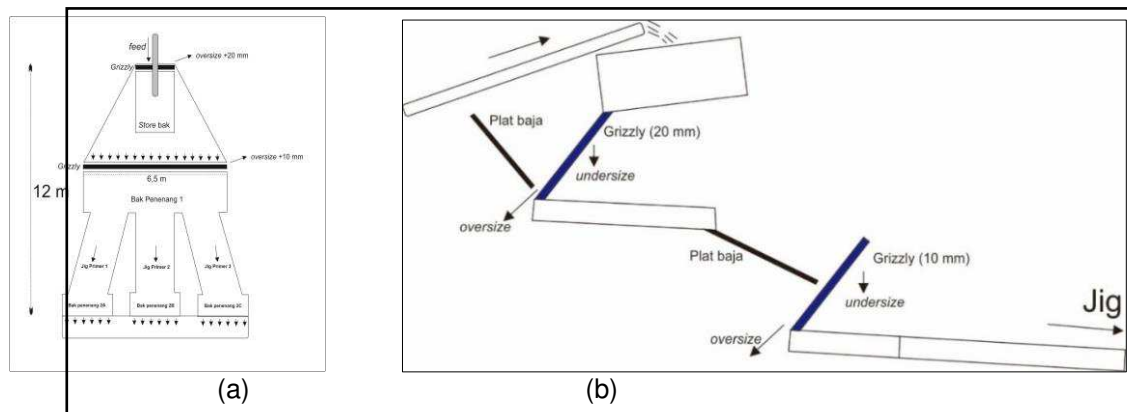
Rancangan Kapasitas Unit Pencucian (Pengolahan) Blok 3 TB. 2.1

Penggunaan *launder* (saluran pengumpul) yang diletakkan sebelum *jig* terbuat dari besi baja untuk menggantikan *sakharyang* terbuat dari kayu agar lebih optimal, karena dapat mengurangi jam kerja operasi produksi bijih timah dan jumlah karyawan. *Launder* mengalirkan *slurry* yang mengandung konsentrat menuju *jig* tanpa ada yang tertinggal di *launder* ketika pompa *slurry* berhenti bekerja. Kegunaan lainnya adalah untuk menenangkan aliran yang keluar dari pipa agar kecepatan aliran menjadi stabil sesuai dengan variabel *jig* yang

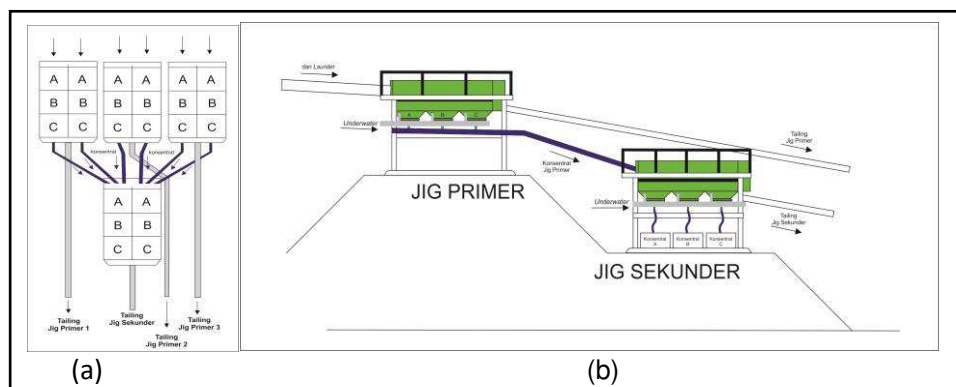
dibutuhkan. Hasil perhitungan lebar *launder* yang dibutuhkan menggunakan persamaan 10 dan 11 adalah 6,5 m.

Grizzly (saringan) pada unit pencucian yang direncanakan di Blok 3 berfungsi untuk memisahkan antara mineral berharga dan batu (mineral pengotor yang berukuran besar). *Grizzly* yang digunakan sebanyak 2 unit (Gambar 6(a) dan 6(b)). Ukuran mineral di atas 20 mm menjadi produk *oversize* dari *grizzly* I, sedangkan *grizzly* II menggunakan ukuran saringan 10 mm, sehingga ukuran mineral di atas 10 mm menjadi produk *oversize*. Penambahan jumlah *grizzly* berguna untuk mengurangi jumlah batuan yang masuk ke *jig* sehingga mengganggu pengolahan.

Adapun perencanaan jumlah *jig* primer dengan kapasitas pompa *slurry* sebesar 54 m³/jam (solid) adalah 3 unit (Gambar 7). *Undersize jig* primer pada kompartemen A, B, dan C dengan diameter lubang spigot sebesar 12 mm adalah sebesar 55 liter/menit. Jumlah *solid* adalah 18%, sehingga *undersize solid jig* primer adalah 10 liter/menit. Terdapat 18 *cell jig* di perencanaan Blok 3, maka total *undersize solid* adalah 10,8 m³/jam. Sehingga jumlah *jig* sekunder yang dibutuhkan adalah 1 unit.



Gambar 6(a) Rancangan desain store bak dan launder (tampak atas) (b) Rancangan desain store bak dan launder tampak samping



Gambar 7 (a) Kompartemen *jig* primer dan *jig* sekunder Blok 3 TB. 2.1 (b) Desain rancangan *jig* primer dan *jig* sekunder untuk Blok 3 TB. 2.1 (tampak samping)

Rancangan Kapasitas Alat di Unit Pengeringan TB. 2.1

Rata-rata produksi harian bijih timah di Blok 1 selama Maret s/d Juni 2016 adalah 286,18 kg (Tabel 3.), dimana rata-rata jam kerjanya adalah 250,25 jam/bulan.

Tabel 3. Produksi bijih timah Maret-Juni 2016

Bulan	Maret 2016	April 2016	Mei 2016	Juni 2016
Jam kerja per bulan	363,5	296,5	162	179
Produksi (kg)	12322	9310	4248	8996

Alat yang direncanakan untuk memisahkan ukuran butir timah di atas 20 mesh adalah menggunakan *rotary vibrating screen/gyratory screen* dengan kapasitas 1 ton/jam. Bijih timah di atas 20 mesh akan digiling menggunakan *rod mill* dengan kapasitas 75 kg/jam. Selanjutnya bijih timah akan diolah menggunakan *shaking table* untuk memisahkan mineral berharga dengan mineral pengotornya.



Gambar 8. Rod mill di unit pengeringan TB. 2.1

Peta Layout Operasi Produksi Blok 3 TB. 2.1

Topografi di lokasi rencana kerja Blok 3 relatif datar, dimana perbedaan ketinggian tidak terlalu besar. Kondisi permukaan seperti ini menunjukkan bahwa pembangunan unit pencucian harus ditimbun dengan tanah *overbuden* agar posisi unit pencucian lebih tinggi dari unit penambangan dan kolam pengendapan *tailings*. Sistem penambangan dan pencucian di Blok 3 TB. 2.1 berdasarkan dari hasil pembahasan digambarkan menjadi bentuk peta *layout* tambang (Lampiran 1).

4. Penutup

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah kapasitas produksi pompa *slurry* sebesar 54 m³/jam, total *head* pompa *slurry* adalah 33,25 m dan daya mesin yang dibutuhkan adalah 158,9 kW. Rancangan lebar *launder* adalah 6,5 m dan dibagi menjadi 3 saluran menuju 3 *jig* primer.

Dibutuhkan 3 unit *jig* primer (2 x 3 *cell*) dan 1 unit *jig* sekunder (2 x 3 *cell*). Jumlah *grizzly* yang digunakan untuk menyaring *slurry* adalah 2 unit (20 mm dan 10 mm). Dibutuhkan *rotary vibrating screen* dengan kapasitas 1 ton/jam untuk meningkatkan efisiensi pemilahan bijih timah, dan *shaking table* di unit pengeringan untuk memaksimalkan proses peningkatan kadar bijih timah yang sangat halus dan perlunya penambahan jumlah *rod mill* di unit pengeringan.

Saran

Adapun saran dari peneliti adalah agar peneliti selanjutnya dapat meneliti efektifitas dan efisiensi dari alat – alat yang ada di unit pengeringan TB. 2.1 Tempilang.

Daftar Pustaka

- Ajje, U. S., & Sudaryanto. 2006. *Petunjuk Praktikum Pengolahan Bahan Galian*. FTM UPN Veteran. Yogyakarta.
- Allen, T. 1997. *Particle Size Measurement*. Chapman and Hall. London.
- Batubara. 1985. *Ekonomi dan Manajemen Pertambangan Alluvial*. Yayasan Pembina Perguruan Stannia. Jakarta.
- Dryzmala, J., 2007. *Mineral Processing, Foundation of Theory and Practice of Metallurgy*. Wroclaw University of Technology. Wroclaw.
- Falconer, A., 2003. *Gravity Sparation: Old Technique/New Methods*. Physical Separation in Science and Engineering. Taylor and Francis. Australia.
- Kodatie, R.J., 2009. *Hidrolika Terapan, Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Lubis, I.A., 2007. *Pedoman Teknik Penambangan Timah Alluvial di Darat*. PT Timah (Pesero) Tbk. Pangkalpinang.
- Lyman, G.J., 1992. *Review of Jigging Principles and Controls*. Coal Preparation, p.145.
- Musa, P. & Saparin, S., 2009. *Penambangan Tambang Semprot*. PT Timah (Persero) Tbk. Pangkalpinang.
- Pusdiklat PT Timah. 2012. *Materi Pelatihan Teknis Lanjutan Bidang Kapal Sa pProduksi dan Kapal Keruk PT Tmah (Persero) Tbk*. PT Timah (Persero) Tbk. Pangkalpinang.
- Rosadi, P.E., 2010. *Mekanika Fluida*. Awan Poetih Offset. Yogyakarta.
- Sularso & Tahara, H., 2010. *Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wills, B.A. & Napier-Munn, T.J., 2006. *Mineral processing Technology*. Elsevier Science & Technology Book. United Kingdom.

LAMPIRAN 1. Peta *Layout* Rancangan Operasi Produksi Bijih Timah Blok 3 TB. 2.1Tempilang

7

