

## Perhitungan Volume *Stockpile* dan Pengoptimalan Waktu Pengolahan *Stockpile* 3, 5 dan 6 Terhadap Produksi Alat Gali muat dan Alat Angkut pada TB Primer Batubesi PT Timah Tbk

*(Calculation of Volume Stockpile and Optimization of Stockpile Processing Time 3, 5 and 6 Against the Production of Digging and Loading Equipment and Transport Equipment in Primary TB Batubesi PT Timah Tbk)*

Neni Sherina<sup>1\*</sup>, Franto<sup>1</sup>, Mardiah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

\* Korespondensi E-mail: [nenisherina@gmail.com](mailto:nenisherina@gmail.com)

### Abstrak

Tambang Besar Primer Batubesi PT Timah Tbk mengalami penurunan produksi yang cukup signifikan pada beberapa tahun terakhir menyebabkan terjadinya perubahan proses penambangan ke pengelolaan *stockpile* yang masih ekonomis dengan kadar 0,2%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume dan produksi dari *stockpile* 3, 5 dan 6, jenis endapan dan kadar Sn material *stockpile* dan waktu yang diperlukan untuk menghabiskan material *stockpile* 3, 5 dan 6 agar mendapatkan waktu yang optimal. Metode yang digunakan berupa metode kuantitatif dengan pengambilan data *cycle time* sebanyak 30 data dan sampel analisa kadar menggunakan XRF pada tiap *stockpile*. Hasil dari penelitian ini diperoleh volume material *stockpile* 3 sebesar 132.648,42 m<sup>3</sup>, *stockpile* 5 sebesar 162.570,25 m<sup>3</sup> dan *stockpile* 6 sebesar 33.090,19 m<sup>3</sup>. Produktivitas alat berat yang dihitung pada *stockpile* 3 sebesar 42,17 ton/jam, *stockpile* 5 sebesar 48,11 ton/jam dan *stockpile* 6 sebesar 39,53 ton/jam. Kadar Sn tertinggi terdapat pada *stockpile* 6 yaitu 0,33% dengan jenis endapan *skarn*. Sedangkan kadar Sn terendah terdapat pada *stockpile* 3 yaitu 0,2% dengan jenis endapan *oxide clay*. Pada *stockpile* 5 kadar Sn sebesar 0,31% dengan jenis endapan *oxide clay*. Volume material *stockpile* yang tersisa pada *stockpile* 3, 5 dan 6 dapat dihabiskan dengan waktu sebanyak 2,78 tahun dengan menggunakan 1 unit alat gali muat dan 1 unit alat angkut. Pengoptimalan yang dilakukan agar sisa cadangan *stockpile* dapat dihabiskan dalam waktu 1,74 tahun dengan menggunakan 1 unit alat gali-muat dan 2 unit alat angkut.

**Kata kunci:** *Stockpile*, timah, produktivitas, alat berat

### Abstract

PT Timah Tbk's Batubesi Primary Large Mine has experienced a significant decline in production in recent years, causing a change in the mining process to *stockpile* management that is still economical with a grade of 0.2%. This study aims to determine the volume and production of *stockpiles* 3, 5 and 6, the type of sediment and Sn content of *stockpile* material and the time required to spend *stockpile* material 3, 5 and 6 in order to get the optimal time. The method used is a quantitative method by taking *cycle time* data as much as 30 data and analyzing sample levels using XRF on each *stockpile*. The results of this study obtained the volume of *stockpile* 3 material is 132,648.42 m<sup>3</sup>, *stockpile* 5 is 162,570.25 m<sup>3</sup>, and *stockpile* 6 is 33,090.19 m<sup>3</sup>. The calculated machine productivity at *stockpile* 3 is 42.17 tons/hour, *stockpile* 5 is 48.11 tons/hour and *stockpile* 6 is 39.53 tons/hour. The highest Sn content is found in *stockpile* 6 which is 0.33% with the type of *skarn* sediment. While the lowest Sn content is found in *stockpile* 3 which is 0.2% with *oxide clay* sediment type. In *stockpile* 5, the Sn content is 0.31% with the type of *oxide clay* sediment. The remaining volume of *stockpile* material in *stockpiles* 3, 5 and 6 can be spent with a time of 2.78 years using 1 unit of excavation equipment and 1 unit of transportation equipment. Optimization is carried out so that the remaining *stockpile* reserves can be spent within 1.74 years using 1 unit of excavation equipment and 2 units of transport equipment.

**Keywords:** *Stockpile*, tin, productivity, heavy equipment

### 1. Pendahuluan

Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan timah adalah PT Timah Tbk, dimana PT Timah Tbk memiliki beberapa tambang timah primer salah satunya yaitu Tambang Besar Primer Batu Besi, Desa Burung Mandi, Kabupaten Belitung Timur. Pada

beberapa tahun terakhir, Tambang Besar Primer Batubesi mengalami penurunan produksi yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan adanya masalah yang terjadi pada lokasi penambangan yaitu pit penambangan yang tergenang oleh air sehingga tidak bisa dilakukan proses

penambangan. Hal tersebut menjadikan perusahaan melakukan penataan *stockpile*.

*Stockpile* adalah sebuah tempat penampungan sementara untuk menampung kaksa (pasir yang mengandung timah) sebelum kaksa tersebut dilakukan proses pencucian (Hafid, 2007). *Stockpile* berfungsi sebagai tempat penimbunan kaksa dari proses *ore getting* dari *front* tambang. Berdasarkan fungsi *stockpile* yang merupakan sebagai tempat penimbunan sementara, maka diperlukan analisis terhadap *stockpile* untuk mengatur, mengendalikan serta mengetahui produksi material kaksa dan produksi dari alat berat terhadap kapasitas pengolahan (Amini, 2018). Belum adanya *grade control stockpile* menyebabkan tidak diketahuinya *grade* material yang ada pada daerah *stockpile*. Hal ini mempersulit proses perencanaan produksi cadangan pada *stockpile* dalam menentukan lokasi penggalian untuk dapat mencapai target produksi pengolahan.

Pengukuran volume secara langsung jarang dikerjakan dalam pengukuran tanah, karena sulit untuk menerapkan dengan sebenar-benarnya sebuah satuan terhadap material yang terlibat. Sebagai gantinya dilakukan pengukuran tak langsung. Pengukuran volume dengan cara *cut and fill*. Pengukuran dilakukan dengan alat GPS RTK dalam pengukuran volume suatu obyek (Akbar, 2018).

Dalam proses pengangkutan material *stockpile* perlu diketahui jumlahnya untuk menyesuaikan kapasitas dari *hopper* tempat penampungan material sebelum proses pencucian agar tidak menimbulkan bahaya. Proses pengangkutan juga harus disesuaikan dengan kapasitas dari pengolahan yaitu sebesar 50 ton/jam supaya material tidak menumpuk pada *hopper*. Belum tercapainya target produksi material *stockpile* menyebabkan diperlukannya penyesuaian produksi alat berat terhadap kapasitas produksi pengolahan. Perencanaan kebutuhan jumlah alat gali-muat dan angkut untuk menentukan jumlah alat yang dibutuhkan selama dilakukannya proses penambangan. Kebutuhan jumlah alat gali-muat dan angkut dapat diketahui berdasarkan produktivitas alat yang telah didapat. Produktivitas berbeda-beda berdasarkan jarak yang ada (Nurhadi, 2020). Nilai volume cadangan pada *stockpile* dan produksi alat berat yang diketahui dapat menentukan estimasi lamanya waktu pengolahan *stockpile* tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume dan produksi dari *stockpile* 3, 5 dan 6, jenis endapan dan kadar Sn material *stockpile* dan waktu yang diperlukan untuk menghabiskan material *stockpile* 3, 5 dan 6 agar mendapatkan waktu yang optimal.

## 2. Metode

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada Tambang Besar Primer Batubesi yang merupakan anak perusahaan PT Timah Tbk yang terletak di Dusun Desa Burung Mandi, Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Bangka Belitung. Tambang Besar Primer Batubesi merupakan salah satu tambang timah primer yang ada di Belitung dengan luas IUP sebanyak 604 hektar.

Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur dengan mencari serta mempelajari bahan pustaka yang diperoleh dari instansi terkait, buku dan jurnal penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian sekarang. Tahapan selanjutnya yaitu orientasi lapangan dengan mengamati kondisi lapangan yang sebenarnya sehingga mendapatkan gambaran dalam pengambilan data. Melalui tahapan ini juga diketahui aktivitas penambangan di TB Primer Batubesi. Kemudian dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data-data tersebut terdiri dari :

1. Data Primer
  - a. Data pengukuran topografi *stockpile* 3, 5 dan 6 dengan GPS RTK bulan Juni
  - b. Data waktu edar excavator (*Digging, swing* isi, *swing* kosong, *dumping*)
  - c. Data waktu edar *dump truck* (*Dumping*, kembali kosong, manuver kosong, *loading*, pergi bermuatan dan manuver muatan)
  - d. Pengambilan sampel di *stockpile* 3, 5 dan 6 (Berat jenis dan kadar Sn)
2. Data Sekunder
  - a. Data pengukuran topografi *stockpile* 3, 5 dan 6 dengan GPS RTK sebelum penelitian
  - b. Data topografi awal
  - c. Dokumen *Feasibility study*
  - d. Peta *layout* RK TB Batubesi
  - e. Kapasitas pengolahan
  - f. Spesifikasi alat berat
  - g. Jam operasional alat berat

Dari data primer yang didapat dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai volume *stockpile*, produksi alat berat dan waktu pengolahan *stockpile* yaitu :

1. Mengolah data topografi *Stockpile* 3, 5 dan 6 pada *software micromine 2020*.
2. Menghitung Volume *Stockpile* 3, 5 dan 6 pada *software micromine 2020*.
3. Menghitung produktivitas alat berat.
  - a. Waktu Edar

Waktu edar adalah waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan (Anaperta, 2006). Waktu edar alat gali-muat (*excavator*) adalah akumulasi dari waktu penggalian, waktu *swing* isi, waktu *dumping* dan waktu *swing* kosong (Komatsu, 2009). *Cycle time* dari alat gali muat dapat dihitung menggunakan persamaan rumus berikut :

$$CTm = \frac{Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4}{60} \dots\dots (1)$$

Waktu edar alat angkut (*dump truck*) adalah akumulasi dari waktu *dump truck* mengambil posisi untuk dimuat, waktu *loading*, waktu pengangkutan, waktu mengambil posisi untuk *dumping*, waktu *dumping*, dan waktu kembali saat bak dalam keadaan kosong (Komatsu, 2009). Berikut ini rumus yang digunakan dalam menghitung waktu edar alat angkut :

$$CTa = \frac{Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6}{60} \dots\dots (2)$$

#### b. Efisiensi Kerja

Nilai dari efisiensi kerja dipengaruhi oleh waktu kerja efektif dan waktu kerja yang tersedia dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini (Tentrianjeng, 2003) :

$$Eff = \frac{\text{waktu kerja efektif}}{\text{waktu kerja yang tersedia} \times 100\%} \dots\dots (3)$$

#### c. Produktivitas Alat gali muat (*Excavator*)

Besarnya produksi dari alat gali muat didapat dengan mengalikan kapasitas mangkuk (*bucket*), jumlah trip per jam (*cycle time*) dan faktor koreksi. Faktor koreksinya terdiri dari faktor pengisian, *swell factor* dan efisiensi kerja. Produktivitas alat gali-muat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Rostiyanti, 2002) :

$$Pgm = \frac{3600}{CTm} \times Cb \times Bf \times Sf \times Eff \dots\dots (4)$$

#### d. Produktivitas Alat Angkut (*Dump Truk*)

Besarnya produksi dari alat angkut didapat dengan mengalikan kapasitas mangkuk (*bucket*),

jumlah trip per jam (*cycle time*), jumlah *bucket* pengisian dan faktor koreksi. Faktor koreksinya terdiri dari faktor pengisian, *swell factor* dan efisiensi kerja. Produktivitas alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut (Tentrianjeng, 2003) :

$$Pa = \frac{3600}{CTa} \times Ca \times Sf \times Eff \dots\dots (5)$$

#### e. Match factor (Faktor Keserasian)

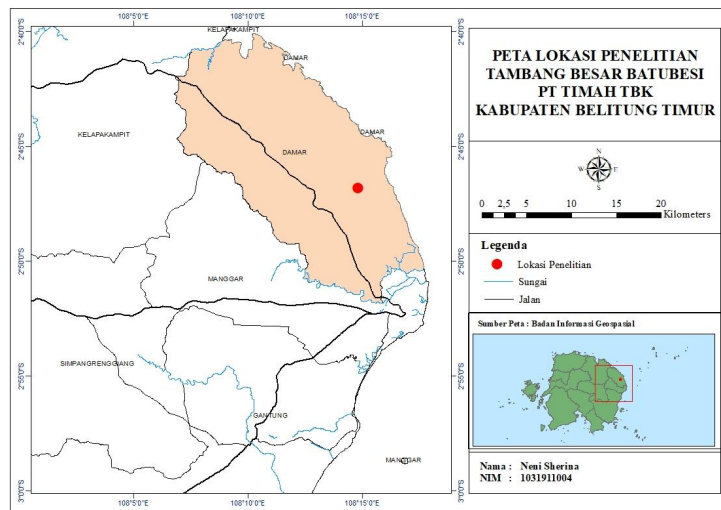
Perhitungan *match factor* bertujuan untuk mensinkronisasikan kedua alat mekanis yaitu *excavator* dan *dump truk* agar dapat bekerja secara maksimal tanpa adanya waktu tunggu yang terjadi ketika sedang beroperasi. Perhitungan keserasian kerja antara alat gali muat dan angkut dipengaruhi oleh jumlah dan *cycle time* dari alat gali muat dan angkut (Indonesianto, 2005) :

$$MF = \frac{nm \times N \times CTm}{Na \times CTa} \dots\dots (6)$$

#### 4. Menghitung lamanya waktu pengolahan *stockpile*.

Umur tambang adalah lamanya operasi penambangan atau waktu yang dibutuhkan untuk menambang suatu endapan bahan galian dari suatu kegiatan penambangan yang didapat dari pembagian jumlah cadangan endapan bahan galian yang ada dengan target produksi perusahaan tambang tersebut. Umur penambangan selanjutnya dijabarkan pada langkah perhitungan berikut ini (Saputro, 2020) :

$$\text{Umur Tambang} = \frac{\text{Jumlah cadangan}}{\text{Kapasitas produksi}} \dots\dots (7)$$



Gambar 1. Lokasi penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

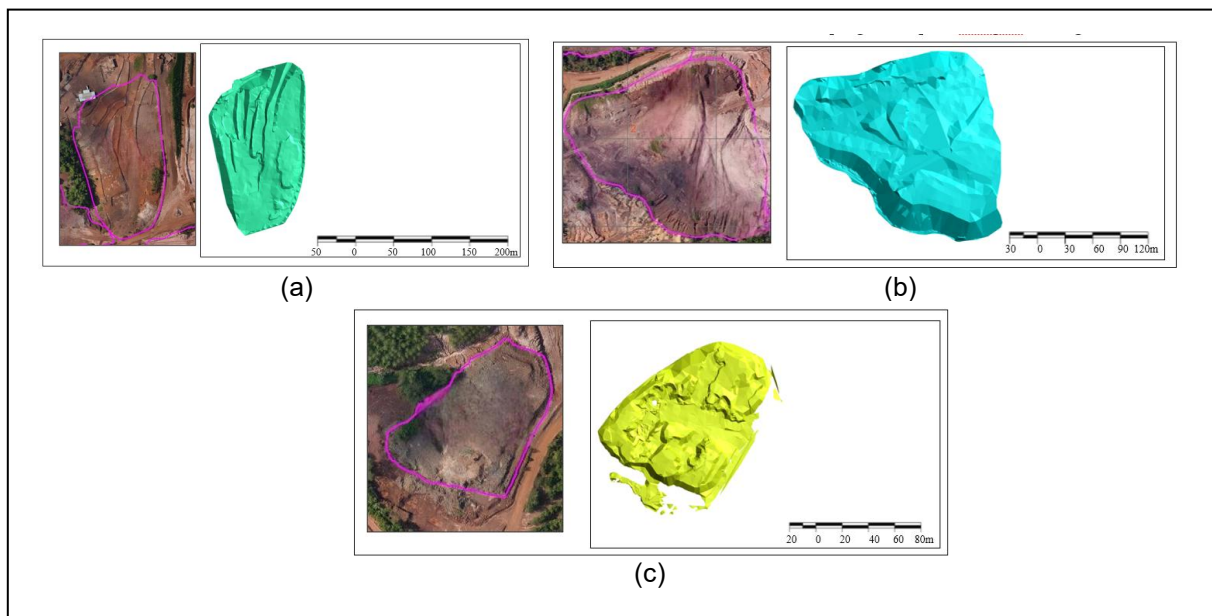
*Stockpile* pada TB Primer Batubesi merupakan tempat penimbunan sementara material kaksa yang sebelumnya telah dilakukan penggalian pada pit. TB Primer Batubesi sekarang ini hanya mengelola 3 *stockpile* yaitu *stockpile* 3, *stockpile* 5 dan *stockpile* 6. Hal ini disebabkan karena pada *stockpile* 2 dan

*stockpile* 4 memiliki kadar material Sn yang rendah sehingga tidak memenuhi kadar minimum. Kadar minimal perusahaan dalam mengolah *stockpile* yaitu 0,2% Sn dengan alat pengolahan yang digunakan sekarang.

Geometri *stockpile* dapat mempengaruhi efek potensial penimbunan. Geometri timbunan *stockpile* pada TB Primer Batubesi memiliki bentuk yang tidak beraturan. Perhitungan volume *stockpile* dilakukan dengan menggunakan data pengukuran GPS RTK (*Global Position System Real Time Kinematik*).

Pengukuran tinggi dari *stockpile* dilakukan dengan mengukur elevasi dengan menggunakan GPS geodetik. Adapun titik acuan (*Bench Mark*) terdapat pada koordinat X = 861266 m, Y = 9692075 m dan Z = 27,88 mdpl.

Perhitungan volume *stockpile* menggunakan *software micromine 2020*. Metode perhitungan yang digunakan yaitu volume *cut and fill*. Pengambilan data pada *stockpile 3* sebanyak 2456 titik dengan elevasi minimum 19,69 dan elevasi maksimum 39,40 m. Pada *stockpile 5* sebanyak 4211 titik dengan elevasi minimum 27,87 m dan elevasi maksimum 48,55. Pada *stockpile 6* pengambilan data sebanyak 3004 titik dengan elevasi minimum 20,88 m dan elevasi maksimum 35,04 m (Tabel 1).



Gambar 2. Tampilan 3D Data Pengukuran GPS RTK (*Plan View*) : (a) *Stockpile 3*, (b) *Stockpile 5* dan (c) *Stockpile 6*

Tabel 1. Jumlah Volume pada *Stockpile*

Jenis <i>Stockpile</i>	Luas (m <sup>2</sup> )	Elevasi (m)	Kemiringan Lereng (°)	Berat Jenis (ton/m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Volume (ton)
<i>Stockpile 3</i>	20.504	33,19	33	1,42	132.648,42	188.360,76
<i>Stockpile 5</i>	35.982	40,15	33	1,52	162.570,25	247.106,78
<i>Stockpile 6</i>	15.577	29,43	40	2,13	33.090,19	70.482,10

*Stockpile* yang ada di TB Primer Batubesi terdapat 3 jenis *stockpile* yang sedang dilakukan produksi yaitu *stockpile 3*, *stockpile 5* dan *stockpile 6*. Target produksi pada TB Primer Batubesi dalam mengolah *stockpile* yaitu 50 ton/jam material. Dari produksi yang dilakukan sebelumnya target produksi TB Primer Batubesi belum tercapai hal ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti pipa aliran pengolahan yang macet, kurangnya alat angkut serta kondisi cuaca.

a. Waktu Edar

1. Excavator

Alat muat yang digunakan untuk memuat *stockpile* yaitu *excavator* Caterpillar GX 323.

Penggunaan alat gali muat *stockpile* sebanyak 1 unit. Perhitungan waktu edar alat muat pada *stockpile* menggunakan Persamaan 1.

Pada *stockpile 3* jumlah waktu edar rata-rata yang ditempuh alat muat untuk mengisi 1 *bucket* ke dalam *dump truk* yaitu 40,36 detik. *Stockpile 5* jumlah waktu edar rata-rata yang ditempuh alat muat untuk mengisi 1 *bucket* ke dalam *dump truk* yaitu 18,77 detik. *Stockpile 6* jumlah waktu edar rata-rata yang ditempuh alat muat untuk mengisi 1 *bucket* ke dalam *dump truk* yaitu 37,29 detik.

2. Dump Truk

Alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material *stockpile* ke *hopper* yaitu



*Dump truk* Hino 500 FG 235 jj. Penggunaan alat angkut material *stockpile* sebanyak 1 unit. Perhitungan waktu edar alat angkut menggunakan Persamaan 2.

Rata-rata waktu edar alat angkut aktual pada *stockpile* 3 sebesar 655,59 detik. Pada *Stockpile* 5 rata-rata waktu edar alat angkut aktual sebesar 615,29 detik. Rata-rata waktu edar alat angkut aktual pada *stockpile* 6 sebesar 1049,02 detik. Pada saat mengangkut material di *stockpile* 6 membutuhkan waktu yang lebih lama karena jarak *stockpile* 6 ke hopper lebih jauh.

b. *Fill factor* (Faktor Pengisian)

Alat gali-muat yang digunakan yaitu *excavator* caterpillar 323 dengan kapasitas *bucket* yaitu 1,3 m<sup>3</sup>. Dalam pengisian material ke dalam bak *dump truk* terdapat saringan pada atas bak yang

berfungsi untuk menyaring material *oversize*. Pada uji petik yang dilakukan dalam 1 *dump truk* Hino 500 FG 235 jj volume material dengan isian 10 *bucket* sebesar 7,8 m<sup>3</sup>.

$$F_p = \frac{0,78}{1,3} \times 100\% = 60\%$$

Nilai persentase faktor pengisian material terhadap *bucket* yaitu 60%.

c. *Swell Factor* (Faktor Pengembangan Material)

Jenis material *stockpile* yaitu tanah liat kering maka *swell factor* pada material tersebut adalah 85% berdasarkan tabel *swell factor* material.

d. Faktor Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja dilakukan pengamatan secara langsung di lapangan dan tanya jawab dengan pengawas produksi.

Tabel 2. Waktu Kerja efektif Alat Berat

Unit	Waktu Tersedia (Menit)	Waktu Efektif Kerja (Menit)	Waktu Repair (Menit)	Waktu Standby (Menit)
<i>Excavator</i> Caterpillar GX 323	1251	1021	35	195
<i>Dump truk</i> Hino 500 FG 235 jj	1251	1021	35	195

Perhitungan efisiensi kerja alat menggunakan persamaan 3.

$$E_k = \frac{1021}{1251} \times 100\% = 81,6\%$$

Faktor efisiensi kerja alat *excavator* dan *dump truk* yaitu 81,6%.

e. Produktivitas Alat gali muat (*Excavator*)

Perhitungan produktivitas *excavator* Caterpillar GX 323 pada bulan Juli 2023 menggunakan Persamaan 4. Produktivitas pada *stockpile* 3 adalah 48,25 m<sup>3</sup>/jam. Berat jenis dari material *stockpile* 3 yaitu 1,42 ton/m<sup>3</sup>. Produktivitas alat gali muat pada *stockpile* 3 yaitu 68,51 ton/jam. Pada *stockpile* 5 adalah 103,76 m<sup>3</sup>/jam. Berat jenis dari material *stockpile* 5 yaitu 1,52 ton/m<sup>3</sup>. Produktivitas alat gali muat pada *stockpile* 5 yaitu 157,71 ton/jam. Hal ini menandakan bahwa dengan menggunakan *excavator* ini bisa mencapai target produksi yaitu 50 ton/jam. Pada *stockpile* 6 adalah 52,22 m<sup>3</sup>/jam. Berat jenis dari material *stockpile* 6 yaitu 2,13 ton/m<sup>3</sup>. Produktivitas alat gali muat pada *stockpile* 6 yaitu 111,22 ton/jam. Hal ini menandakan bahwa dengan menggunakan *excavator* ini bisa mencapai target produksi yaitu 50 ton/jam.

f. Produktivitas Alat Angkut (*Dump Truk*)

Perhitungan produktivitas *dump truk* Hino 500 FG 235 jj pada bulan Juli 2023 menggunakan Persamaan 5. Produktivitas alat angkut *dump truk* Hino 500 FG 235 jj pada *stockpile* 3 adalah 29,70 m<sup>3</sup>/jam. Berat jenis dari *stockpile* 3 yaitu 1,42 ton/m<sup>3</sup>. Produktivitas alat angkut pada

*stockpile* 3 yaitu 42,17 ton/jam. Pada *stockpile* 5 adalah 31,65 m<sup>3</sup>/jam. Berat jenis dari *stockpile* 5 yaitu 1,52 ton/m<sup>3</sup>. Produktivitas alat angkut pada *stockpile* 5 yaitu 48,11 ton/jam. Pada *stockpile* 6 adalah 18,56 m<sup>3</sup>/jam. Berat jenis dari *stockpile* 6 yaitu 2,13 ton/m<sup>3</sup>. Produktivitas alat angkut pada *stockpile* 5 yaitu 39,53 ton/jam. Hal ini menandakan bahwa dengan menggunakan *dump truk* ini belum bisa mencapai target produksi yaitu 50 ton/jam. Perlu adanya penambahan pada alat angkut untuk menyesuaikan target produksi.

g. *Match factor* (Faktor Keserasian)

Perhitungan *match factor* alat muat dan alat angkut pada tiap *stockpile* dengan menggunakan Persamaan 6. Pada *stockpile* 3 nilai MF < 1 yaitu 0,61. Pada *Stockpile* 5 nilai MF < 1 yaitu 0,30. Pada *Stockpile* 6 nilai MF < 1 yaitu 0,35. Upaya yang bisa dilakukan untuk memperbaiki keserasian kerja antara alat gali muat dan angkut berdasarkan nilai di atas adalah dengan menambahkan alat angkut *dump truk* sebanyak 1 unit. Menimbang dari kapasitas pengolahan yaitu 50 ton/jam maka untuk penambahan *dump truk* dengan jam kerja lebih sedikit dari unit sebelumnya, hal ini dilakukan agar tidak terjadinya penumpukan material pada *hopper*.

Analisis sampel dilakukan pada *stockpile* yang sedang diproduksi yaitu *stockpile* 3, *stockpile* 5 dan *stockpile* 6. Sampel tersebut juga digunakan untuk menghitung berat jenis dari *stockpile* 3, 5 dan 6. Pada *stockpile* 3 jenis endapan material yaitu *oxide clay*. Material ini

memiliki warna kuning kecoklatan dan kemerahan, ukuran material yang halus dan memiliki bentuk butiran yang *sub rounded*. Berat jenis sebesar 1,42 ton/m<sup>3</sup>. Pada *stockpile* 5 jenis endapan material yaitu *oxide clay*. Berat jenis sebesar 1,52 ton/m<sup>3</sup>. Pada *stockpile* 6 jenis

endapan material yaitu *skarn*. Material ini memiliki warna kehitaman dan coklat kekuningan, material ini memiliki tekstur kasar dan memiliki bentuk berupa bongkahan yang keras. Berat jenis sebesar 2,13 ton/m<sup>3</sup>. Uji kadar Sn dilakukan menggunakan XRF Portabel (Tabel 3).

Tabel 3. Kadar Sn pada Tiap *Stockpile* di TB Primer Batubesi

Jenis <i>Stockpile</i>	Jenis Endapan	Berat Jenis (ton/m <sup>3</sup> )	Kadar Sn (%)
<i>Stockpile</i> 3	<i>Oxide Clay</i>	1,42	0,20
<i>Stockpile</i> 5	<i>Oxide Clay</i>	1,52	0,31
<i>Stockpile</i> 6	<i>Skarn</i>	2,13	0,33

Waktu pengolahan *stockpile* merupakan jangka waktu tertentu yang dihitung berdasarkan jumlah cadangan dibagi dengan jumlah produksi. Jumlah cadangan didapatkan dengan menggunakan metode *cut and fill*.

Jumlah cadangan dihitung dengan mengalikan tonase material dengan kadar Sn. Kadar Sn yang digunakan merupakan kadar rata-rata material *stockpile*.

Tabel 4. Jumlah Cadangan pada *Stockpile*

Jenis <i>Stockpile</i>	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat Jenis (ton/m <sup>3</sup> )	Tonase (ton)	% Sn	Tonase Sn (ton)
<i>Stockpile</i> 3	20.504	132.648,42	1,42	188.360,76	0,2	37.672,15
<i>Stockpile</i> 5	35.982	162.570,25	1,52	247.106,78	0,31	76.603,10
<i>Stockpile</i> 6	15.577	33.090,19	2,13	70.482,10	0,33	23.259,09

Waktu produksi *stockpile* dalam 1 bulan yaitu 20 hari dan sisa waktu 10 hari digunakan untuk mengolah *tailing*. Perhitungan waktu pengolahan *stockpile* menggunakan Persamaan 7.

Jumlah cadangan yang terhitung pada *stockpile* 3 yaitu 188.360,76 ton. Produksi material pada *stockpile* 3 yaitu 504,9 m<sup>3</sup>/hari atau 716,95 ton/hari, maka lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan material *stockpile* 3 yaitu 262,72 hari atau 13,14 bulan atau 1,09 tahun.

Jumlah cadangan yang terhitung pada *stockpile* 5 yaitu 247.106,78 ton. Produksi material pada *stockpile* 5 yaitu 538,05 m<sup>3</sup>/hari atau 817,83 ton, maka lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan material *stockpile* 5 yaitu 302,14 hari atau 15,1 bulan atau 1,25 tahun.

Jumlah cadangan yang terhitung pada *stockpile* 6 yaitu 70.482,10 ton. Produksi material pada *stockpile* 6 yaitu 315,52 m<sup>3</sup>/hari atau 672,05 ton, maka lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan material *stockpile* 6 yaitu 104,87 hari atau 5,24 bulan atau 0,43 tahun.

Hasil dari perhitungan jumlah cadangan dan produksi material dari alat berat yang digunakan sekarang didapatkan lamanya waktu yang diperlukan untuk mengolah *stockpile* 3, *stockpile* 5 dan *stockpile* 6 adalah 33,47 bulan atau 2,78 tahun.

Pada *stockpile* 3 untuk memenuhi target produksi diperlukan penambahan jam kerja pada excavator sebesar 0,51 jam/hari. Hasil perhitungan produktivitas *dump truk* maka diperlukan penambahan pada *dump truk* sebanyak 1 unit *dump truk* untuk memenuhi target produksi dengan jam kerja alat sebanyak 11,45 jam/hari.

Pada *stockpile* 5 dengan menggunakan 1 unit excavator dapat memenuhi target produksi. Hasil perhitungan produktivitas *dump truk* maka diperlukan penambahan pada *dump truk* sebanyak 1 unit *dump truk* untuk memenuhi target produksi dengan jam kerja alat sebanyak 7,94 jam/hari.

Pada *stockpile* 6 dengan menggunakan 1 unit excavator dapat memenuhi target produksi. Hasil perhitungan produktivitas *dump truk* maka diperlukan penambahan pada *dump truk* sebanyak 1 unit *dump truk* untuk memenuhi target produksi dengan jam kerja alat sebanyak 13,35 jam/hari.

Perencanaan alat berat dilakukan untuk mengoptimalkan produksi material *stockpile* agar produktivitas alat berat sesuai dengan kapasitas alat pengolahan. Alat berat yang direncanakan dengan target produksi *stockpile*. Jika penggalian *stockpile* dilakukan dengan menggunakan 1 unit alat gali muat dan 2 unit alat angkut yang direncanakan, maka lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan material

*stockpile* 3 yaitu 156,96 hari atau 7,84 bulan atau 0,65 tahun. *Stockpile* 5 yaitu 205,92 hari atau 10,29 bulan atau 0,85 tahun. *Stockpile* 6 yaitu 58,73 hari atau 2,9 bulan atau 0,24 tahun. Hasil dari perhitungan jumlah cadangan dan produksi material dari perencanaan alat yang dilakukan didapatkan lamanya waktu yang diperlukan untuk mengolah *stockpile* 3, *stockpile* 5 dan *stockpile* 6 adalah 1,74 tahun atau 20,88 bulan.

#### 4. Kesimpulan

*Stockpile* yang memiliki volume terbanyak yaitu *stockpile* 5 sebanyak 162.570,25 m<sup>3</sup>. *Stockpile* 6 memiliki volume yang paling sedikit yaitu 33.090,19 m<sup>3</sup>. Produksi material *stockpile* yang belum memenuhi target produksi pengolahan sebesar 50 ton/jam. Pengujian kadar dengan menggunakan XRF *Portable* menunjukkan bahwa Kadar Sn tertinggi terdapat pada *stockpile* 6 sebesar 0,33% dengan jenis endapan *skarn*. Sedangkan kadar Sn terendah terdapat pada *stockpile* 3 sebesar 0,2% dengan jenis endapan *oxide clay*. Ketiga *stockpile* tersebut masih ekonomis untuk dilakukan pengolahan. Lamanya waktu pengolahan *stockpile* 3, 5 dan 6 pada TB Primer Batubesi dapat dimaksimalkan menjadi 1,74 tahun dengan menggunakan 1 unit alat gali muat dan 2 unit alat angkut.

#### Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknik dan PT Timah Tbk yang telah memfasilitasi penelitian ini hingga selesai. Penulis ucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga, dosen pembimbing serta semua orang yang ikut andil dalam penyelesaian jurnal ini.

#### Daftar Pustaka

- Akbar, A. F. (2018). Studi Pengukuran Volumetrik Timbunan dengan Menggunakan Instrumen *Terrestrial Laser Scanner*, *Total Station*, serta GPS RTK. *Skripsi*. Departemen Teknik Geomatika. Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Amini, F. A. (2018). Kajian Teknis *Stockpile* Untuk *Slurry* Yang Dihasilkan Pada Bulan April 2018 Di Tambang Besar (TB) 1.42 Pemali PT Timah Tbk Kabupaten Bangka. *Skripsi*. Universitas Bangka Belitung : Bangka Belitung.
- Anaperta, Y. (2016). Evaluasi Keserasian (*Match Factor*) Alat Gali Muat dan Angkut dengan metode *Control* (Peta Kendali) *Chart* pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y, *Jurnal Teknologi dan*

*Informasi dan Pendidikan*, 9(1): 74-75.

- Hafid, M. D. (2007). *Pedoman Tehnis Penambangan Timah Alluvial Di Darat*. PT Tambang Timah. Bangka Belitung.
- Indonesianto, Y. (2007). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. UPN Veteran : Yogyakarta.
- Komatsu, (2009). *Spesifications & Application Handbook Edition 30*. Japan : Komatsu Ltd.
- Nurhadi, R., Guskarnali, G., & Irvani, I. (2020). Perencanaan Kebutuhan Alat Gali-muat dan Angkut dengan Kapasitas Ore Getting 200 m<sup>3</sup>/jam pada Rencana Penambangan PT Timah (Persero) Tbk. *MINERAL*, 3(1), 74-82.
- Rostiyanti, S. F. (2002). *Alat Berat Untuk Proyek Kontruksi II*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Saputro, A. (2020). Perhitungan Estimasi Cadangan Bauksit Laterit dengan Menggunakan Metode Tringular Dibandingkan Metode Poligon. *Skripsi*. Yogyakarta : Prodi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. Institut Teknologi Nasional.
- Tentrianjeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta : Penerbit Guna Darma

