

Evaluasi Kinerja Pemindahan *Overburden* Ditinjau Dari Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut di *Front Kerja* 2 TB 2.2 Tempilang Kabupaten Bangka Barat Mitra PT Timah (Persero) Tbk

(Performance Evaluation Of *Overburden Removal* Reviewed From Load Haulage Equipments and Conveyance Productivity in Work Front 2 of TB 2.2 Tempilang West Bangka Regency of PT Timah (Persero) Tbk's Partner)

Desi Fatimah¹, E.P.S.B. Taman Tono², Irvani²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

²Staf Pengajar, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Abstract

TB 2.2 Tempilang is managed by partner of PT Timah (Persero) Tbk. Mining system that applied is a system of mechanical mine, where mining activities carried out by moving the overburden material prior to mine kaksa layer. The problem that occurs was the productivity of conveyance on the actual condition only 98.76% of target had been determined, which led to their failure in overburden removal volume amounted to 1.24%. Therefore, it was necessary to do an evaluation of the performance affecting factors of load haul equipment and conveyance in the field. Evaluation was carried out by calculating the value of productivity, work efficiency and Match factor. The data required included cycles time data, effective working time, the amount of bucket loading, the type of overburden material and haul road geometry. Then the data was processed using the formula of mechanical soil removal and analyzed based on the literature related to the problem. The factors causing productivity conveyance has not reached the target after the evaluation due to low efficiency of work, the least amount of bulk bucket loading, and the low value of match factors. The Alternatives can be done to improve the productivity of conveyance is to increase the effective work time, additional of bucket load haul equipments and additional of conveyances. Effective work time should be increased from 12.34 hours to 14.23 hours, so the work efficiency become 79.03% from 68.58% to the achievement of production is 113.80%. Bulk bucket should be added from 15 times to 20 times, so the productivity become 131.68 m³/hour of 98.67 m³/hour. Conveyance which is originally 2 units coupled into 3 units, resulting in a change of match factor equipment performance from 0.69 to 1.04 with the achievement of production is 141.14%.

Keywords: productivity, work efficiency, match factor

1. Pendahuluan

PT Timah (Persero) Tbk merupakan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dibidang pertambangan timah. Sebagian besar Wilayah Izin Usaha Pertambangannya (WIUP) berlokasi di Pulau Bangka, salah satunya berada di Tempilang, Kabupaten Bangka Barat. Sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem tambang mekanik, dimana untuk kegiatan penambangan dilakukan dengan memindahkan material *overburden* terlebih dahulu sebelum menambang lapisan kaksa yang mengandung mineral *cassiterite*.

Pemindahan *overburden* dilakukan dengan menggunakan sinkronisasi alat gali-muat dan alat angkut, sehingga produktivitas dari penggunaan

alat-alat tersebut harus diperhitungkan, untuk mengetahui ketercapaian volume pemindahan yang telah didapatkan setiap jamnya. Target untuk pemindahan *overburden* yang ditetapkan perusahaan adalah sebesar 100 m³/jam. Permasalahan yang terjadi di lapangan saat ini adalah produktivitas alat angkut pada kondisi aktual hanya 98,76 % dari target yang telah ditentukan oleh perusahaan, menyebabkan adanya ketidaktercapaian sebesar 1,24 %.

Ketidaktercapaian tersebut tentunya akan merugikan perusahaan karena pemindahan *overburden* akan berlangsung lebih lama, sedangkan kaksa belum bisa diproduksi. Oleh karena itu, penulis akan melakukan evaluasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat gali-muat dan alat angkut di lapangan untuk mengetahui penyebab ketidaktercapaian target volume pemindahan *overburden* pada alat angkut, sehingga diharapkan dapat memberikan usaha terbaik dalam peningkatan produktivitas

*Korespondensi Penulis: (Desi Fatimah) Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu UBB, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung. E-mail : desi_fatimah24@yahoo.co.id
HP : 087797584747

dari alat angkut yang beroperasi saat ini dan target pemindahan *overburden* dapat tercapai.

jam perjalanan darat dari Kota Pangkalpinang atau 1 jam perjalanan dari Kota Muntok.

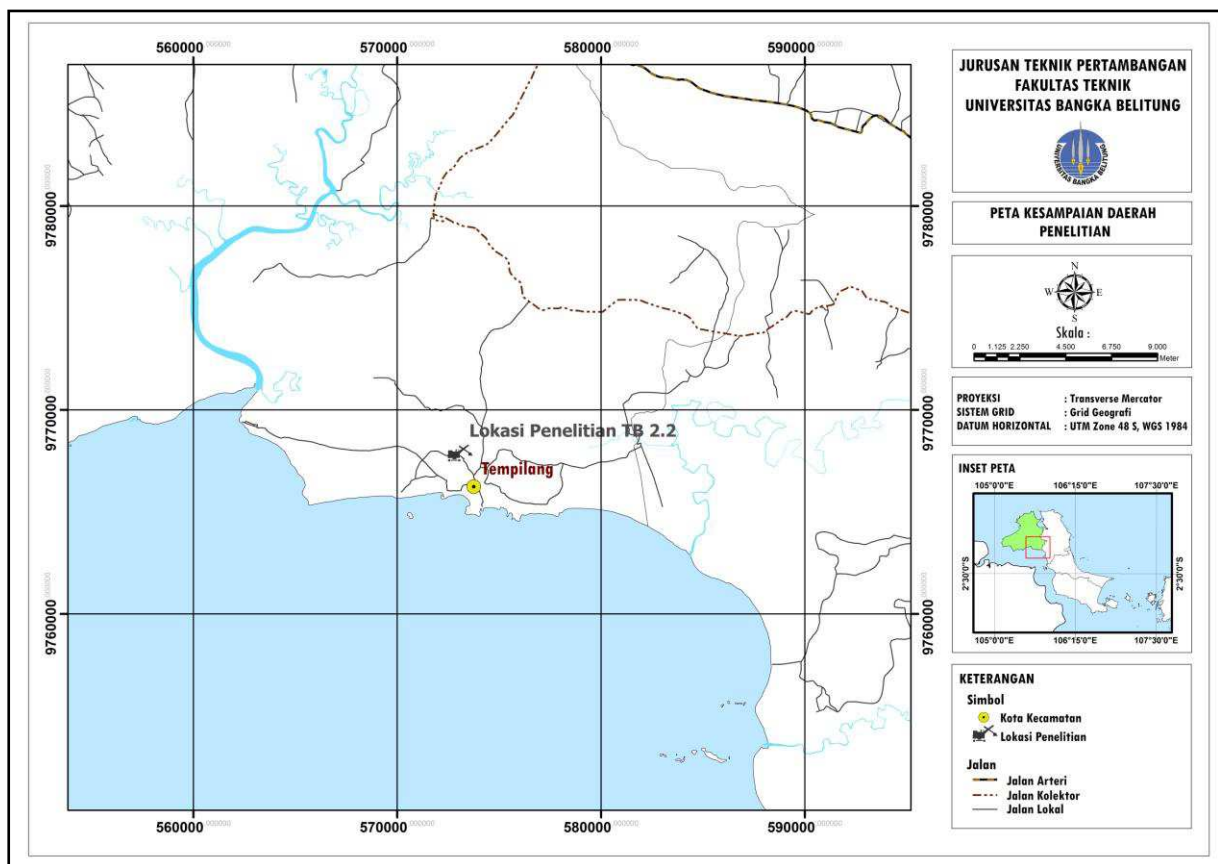
Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di *Front Kerja* 2 TB 2.2 Tempilang milik Mitra PT Timah (Persero) Tbk, yaitu PT Bahtera Sarindo Utama. Lokasi TB 2.2 terletak di Jalan Merabok, Desa Benteng Kota, Kecamatan Tempilang, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (Gambar 1). Letak Daerah Tempilang berada pada koordinat $02^{\circ} 06' 34,7936''\text{S}$ dan $105^{\circ} 38' 41,9998''\text{E}$. Lokasi penelitian dapat ditempuh dengan waktu 1,5 - 2

Tinjauan Pustaka

Geologi Regional

Secara geologi wilayah TB 2.2 Tempilang disusun oleh dua satuan batuan, yaitu Formasi Tanjung Genting dan Granit Klabat. Kedua formasi ini terletak di Cekungan Busur Belakang Sumatera yang dibentuk oleh Kerak Benua. Formasi ini berlapis baik dan terlipat kuat, tekekarkan, tersesarkan serta memiliki ketebalan 250 - 1250 m (Mangga & Djamal, 1994).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Genesa Endapan Timah

Pembentukan endapan timah primer berasal dari magma cair yang mengandung mineral *cassiterite*, sedangkan endapan timah sekunder berasal dari endapan timah primer yang mengalami pelapukan yang kemudian terangkut oleh aliran air (Sujitno, 2007).

Sistem Penambangan

Kegiatan penambangan bijih timah di TB 2.2 Tempilang dilakukan dengan sistem tambang mekanik menggunakan alat-alat mekanis untuk mengupas lapisan tanah penutup (*overburden*) dan menggali lapisan kaksanya (Arif, 2000).

Metode Penggalian dengan Alat Berat

Menurut Lubis (2010), Metode *Excavator-Excavator* dapat digunakan pada permukaan tanah dengan ketebalan *overburden* tipis dan lunak. Apabila kondisi daya dukung tanah cukup tinggi dan keras dapat digunakan Metode *Excavator-Bulldozer* atau Metode *Excavator, Dump Truck* dan *Bulldozer*.

Alat Gali-Muat (*Excavator*)

Menurut Rochmanhadi (1982), *excavator* banyak digunakan pada kegiatan penambangan untuk menggali material atau tanah, karena bisa mendistribusikan muatan ke seluruh bagian

vessel dengan merata, sehingga muatan lebih mudah diatur.

Alat Angkut (*Dump Truck*)

Dump truck digunakan untuk memindahkan material pada jarak menengah sampai jarak jauh (≥ 500 m). Muatannya diisi oleh alat pemuat, sedangkan untuk membongkarnya, *dump truck* dapat bekerja sendiri (Tenriajeng, 2003). Pemilihan ukuran kapasitas *dump truck* sangat penting karena *dump truck* besar atau kecil akan memberikan beberapa keuntungan dan kerugian (Rostiyanti, 2002).

Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Alat

Menurut Indonesianto (2007), faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi alat gali-muat dan alat angkut adalah :

1. Kondisi *front kerja*, medan kerja yang buruk akan mengakibatkan peralatan mekanis tidak dapat beroperasi secara optimal.
2. Pola pemuatan, mempengaruhi waktu edar alat untuk memperoleh hasil yang sesuai.
3. Sifat material, semakin keras material yang dikerjakan maka produksi alat mekanis semakin menurun.
4. Faktor pengembangan, perlu diketahui karena material yang ditangani telah mengalami pengembangan volume (*swell*). Perhitungan dapat menggunakan persamaan 1.

$$SF = \frac{\text{volumetanahasli}}{\text{volumetanahlepas}} \times 100\% \quad (1)$$

5. Faktor isian mangkuk, semakin besar faktor pengisian semakin besar pula kemampuan nyata dari alat tersebut (Pfleider, 1972). Persamaan 2 digunakan untuk menghitung faktor isian.

$$Fp = \frac{Vb}{Vd} \times 100\% \quad (2)$$

6. Waktu edar, semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produktivitasnya semakin tinggi
7. Efisiensi kerja alat, menunjukkan berapa persen waktu untuk bekerja secara produktif (persamaan 3).

$$Ek = \frac{We}{Wt} \times 100\% \quad (3)$$

8. Kondisi peralatan, bila masih baik akan sangat membantu meningkatkan produksi, bila kondisi alat sudah tua, sering macet/rusak akan mengganggu kelancaran pekerjaan dan produksi.
9. Kondisi jalan angkut, jalan angkut pada lokasi tambang sangat mempengaruhi kelancaran operasi terutama kegiatan pengangkutan.
10. Faktor keserasian kerja alat, untuk mengetahui hubungan kerja yang serasi antara alat gali-

muat dan alat angkut (Hartman, 1987). Perhitungan menggunakan persamaan 4.

$$MF = \frac{(Na \times CTm \times n)}{Nm \times CTa} \quad (4)$$

Kemampuan Tanjak *Dump Truck*

Perlu diketahui untuk mengetahui berapa persen kemiringan tanjakan yang mampu diatasi oleh *dump truck* tersebut agar *dump truck* mampu bergerak. Jumlah *rimpull* yang diperlukan harus sama dengan *rimpull* yang tersedia agar *dump truck* mampu bergerak (Partanto, 1983).

Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut

a. Produktivitas Alat Gali-Muat

Alat gali-muat berfungsi sebagai alat gali sekaligus memuat material ke dalam *dump truck*. Persamaan 5 digunakan dalam perhitungan produktivitas alat gali-muat.

$$Pgm = \frac{3600}{CTm} \times Cb \times Bf \times Sf \times Eff \quad (5)$$

b. Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut sangat dipengaruhi jumlah curah *bucket* alat gali-muat. Persamaan 6 digunakan untuk perhitungan produktivitas alat angkut.

$$Pa = \frac{3600}{CTa} \times Ca \times Sf \times Eff \quad (6)$$

2. Metode Penelitian

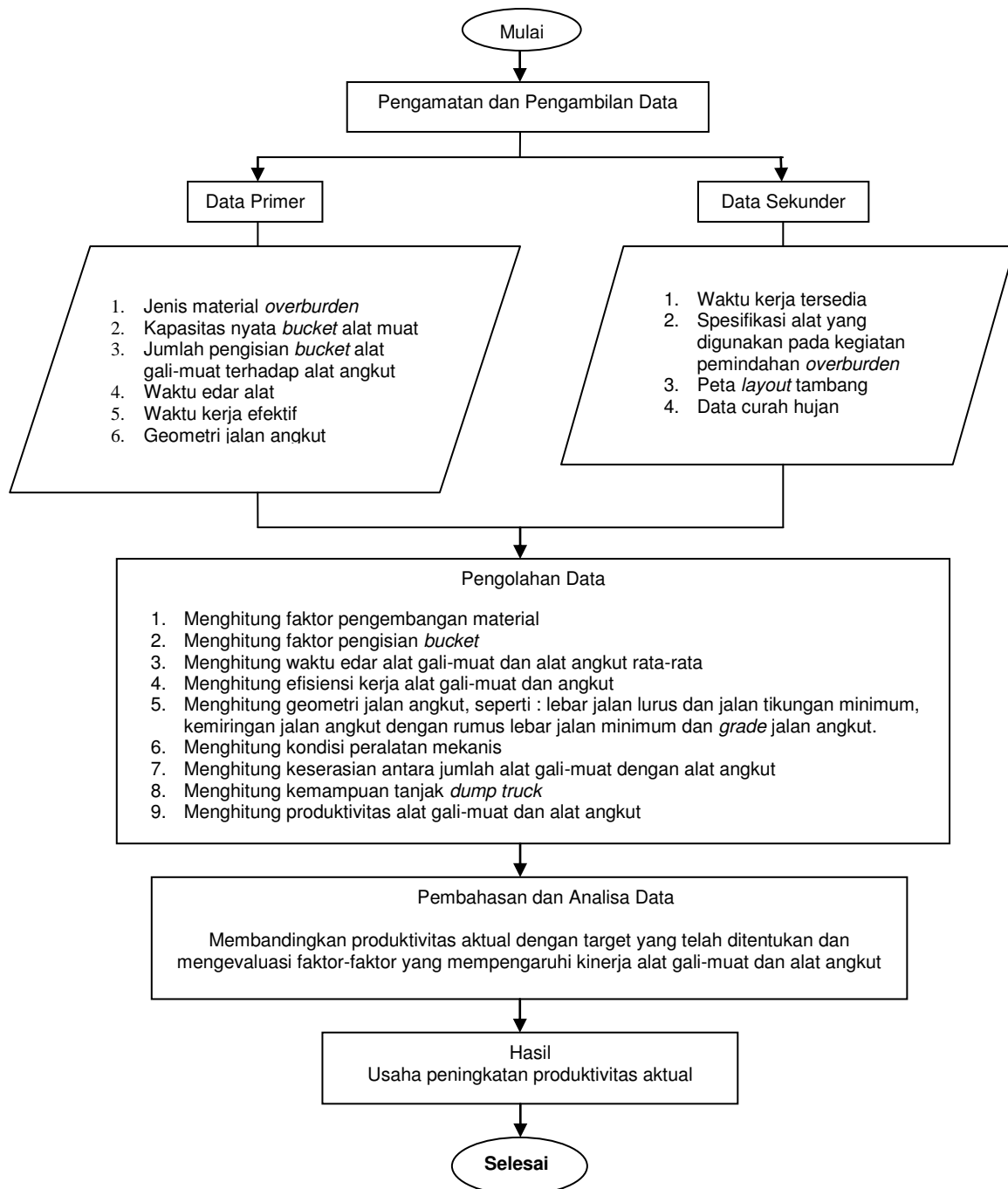
Objek Penelitian

Objek yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat gali-muat dan alat angkut di lapangan, yang terdiri dari kondisi material, faktor keserasian kerja alat, efisiensi kerja, geometri jalan angkut dan kondisi peralatan mekanis.

Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan selama penelitian diuraikan dalam bagan alir penelitian (Gambar 2). Berdasarkan bagan alir tersebut, penelitian ini diselesaikan dengan metode dan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Pengumpulan data dari studi pustaka dan studi lapangan.
- b. Pengelompokan data, menjadi data primer dan data sekunder.
- c. Pengolahan data dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :
 - Menghitung faktor pengembangan material dengan menggunakan Persamaan 1.
 - Menghitung faktor pengisian *bucket* dengan menggunakan Persamaan 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

- Menghitung waktu edar rata-rata alat gali-muat dan angkut dengan menggunakan metode statistika distribusi frekuensi data berkelompok.
- Menghitung efisiensi kerja alat dengan menggunakan Persamaan 3.
- Menghitung kondisi peralatan mekanis, geometri jalan angkut, kemampuan tanjak *dump truck* dengan menggunakan Rumus Pemindahan Tanah Mekanis.
- Menghitung faktor keserasian kerja alat dengan menggunakan Persamaan 4.
- Menghitung produktivitas alat gali-muat dengan menggunakan Persamaan 5 dan produktivitas alat angkut dengan menggunakan Persamaan 6.
- d. Data yang telah diolah disajikan dalam bentuk tabel dan gambar, kemudian dianalisa dengan membandingkan kondisi aktual dan target yang telah ditentukan, lalu dievaluasi berdasarkan literatur yang berhubungan dengan masalah tersebut sehingga terjadi peningkatan produktivitas.

3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Material

Material yang dikerjakan dalam kegiatan pemindahan *overburden* pada *Front Kerja 2* adalah lempung pasir (sand clay). Jenis material ini bersifat lunak dan mudah digali. Material ini dipindahkan dengan menggunakan sinkronisasi 1 unit alat gali-muat *Hydraulic Excavator CAT 320 D₂* dengan kapasitas *bucket* 1 m³ dan 2 unit alat angkut *Articulated Dump Truck CAT 740 B* berkapasitas *dump* masing-masing 24 m³ (*heaped capacity*).

Kondisi saat penelitian berlangsung pada musim kemarau, dimana *front kerja* tempat pemuatan material menjadi kering. Kondisi seperti ini memudahkan alat gali-muat dan alat angkut untuk bekerja dengan baik. Berdasarkan posisi alat gali-muat, pola pemuatan yang digunakan adalah pola pemuatan *top loading* (Gambar 3), sedangkan berdasarkan posisi penempatan alat angkut, pola pemuatan yang digunakan adalah *single back up* (Gambar 4). Pola pemuatan tersebut digunakan karena kondisi *front kerja* yang cenderung sempit untuk melakukan manuver, sehingga pemuatan harus dilakukan secara bergiliran (antri).



Gambar 3. Pola pemuatan *top loading*



Gambar 4. Pola pemuatan *single back up*

Faktor Pengembangan Material

Berdasarkan faktor konversi tanah, volume lempung pasir dalam kondisi asli adalah 1,00 m³ dan volume dalam kondisi *loose* adalah 1,25 m³, sehingga nilai faktor pengembangan material lempung pasir tersebut adalah 0,80 dengan persentase pengembangan sebesar 25 %.

Faktor Pengisian *Bucket*

Berdasarkan spesifikasi *Hydraulic Excavator CAT 320 D₂*, kapasitas teoritis *bucket* alat gali-muat adalah 1 m³, sedangkan kapasitas nyata alat gali-muat dalam mengisi material *overburden* adalah 1,2 m³, dikarenakan material yang terisi selalu munjung melebihi kapasitas teoritis, maka nilai faktor pengisian *bucket* alat gali-muat tersebut adalah 120 %. *Dump truck* dengan kapasitas 24 m³ (*heaped capacity*) dapat diisi penuh dengan jumlah pengisian *bucket* sebanyak 20 kali, tetapi jumlah pengisian *bucket* alat gali-muat terhadap alat angkut saat pengisian material *overburden* di lapangan rata-rata adalah 15 kali.

Faktor Keserasian Kerja Alat

Nilai faktor keserasian kerja antara 1 unit alat gali-muat *Hydraulic Excavator CAT 320 D₂* dengan waktu edar rata-rata 16,56 detik dan 2 unit alat angkut *Articulated Dump Truck CAT 740 B* dengan waktu edar rata-rata 11,89 menit atau 713,4 detik adalah 0,69. Faktor keserasian kerja < 1 artinya terdapat waktu tunggu bagi alat gali-muat selama 108,3 detik atau 1,81 menit karena menunggu alat angkut yang belum datang.

Efisiensi Kerja

Berdasarkan pengaturan waktu kerja tersedia yang telah ditetapkan PT Bahtera Sarindo Utama, waktu kerja dibagi menjadi dua *shift* kerja sehari, dengan pembagian waktu kerja dijabarkan pada Tabel 1. *Shift 1* dikerjakan siang hari dan *shift 2* dikerjakan malam hari, dengan total waktu kerja tersedia dalam sehari adalah 18 jam (1080 menit). Hari jumat ditetapkan sebagai hari libur, sehingga jumlah hari kerja dalam seminggu ada 6 hari dan total hari kerja yang disediakan dalam sebulan adalah 26 hari kerja, tetapi pada saat penelitian total hari kerja dalam sebulan hanya 23 hari dikarenakan adanya libur Hari Raya Idul Adha. Waktu kerja tersedia yang telah ditetapkan tersebut tidak dapat digunakan sepenuhnya pada kondisi aktual di lapangan, karena adanya hambatan-hambatan yang dapat mengurangi waktu kerja tersedia. Rata-rata waktu hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang tidak dapat dihindari pada alat gali-muat dan alat angkut untuk *shift 1* dan *shift 2* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Pembagian waktu kerja tersedia di TB 2.2 Tempilang

Shift	Waktu kerja	Istirahat	Waktu kerja	Total waktu kerja (jam)
1	07.00 – 12.00	12.00 – 13.00	13.00 – 17.00	9
2	19.00 – 00.00	00.00 – 01.00	01.00 – 05.00	9
Total waktu kerja tersedia (jam/hari)				18

Tabel 2. Waktu hambatan rata-rata pada alat gali-muat dan alat angkut

Shift	Kategori hambatan	Hydraulic Excavator CAT 320 D ₂ (menit)	Articulated Dump Truck CAT 740 B (menit)
1	Dapat dihindari	61,27	56,82
	Tidak dapat dihindari	100,52	113,96
2	Dapat dihindari	60,47	56,08
	Tidak dapat dihindari	99,21	112,47
Total waktu hambatan (menit)		321,47	339,33

Berdasarkan total waktu hambatan rata-rata alat gali-muat dan alat angkut pada Tabel 2, waktu kerja efektif untuk alat gali-muat *Hydraulic Excavator* CAT 320 D₂ adalah 758,53 menit (12,64 jam) dengan efisiensi kerja sebesar 70,23 %, sedangkan waktu kerja efektif untuk alat angkut *Articulated Dump Truck* CAT 740 B adalah 740,67 menit (12,34 jam) dengan efisiensi kerja sebesar 68,58 %.

Kondisi Jalan Angkut

Kondisi jalan angkut yang menghubungkan area pemuatan dan area *dumping* tidak rata dan bergelombang, bahkan berlumpur di beberapa titik yang menyebabkan ban alat angkut sering slip, sehingga perlu dilakukan perawatan jalan angkut dan penyiraman jalan secara berkala karena kondisi jalan angkut pada musim kemarau menjadi berdebu yang menghalangi penglihatan operator.

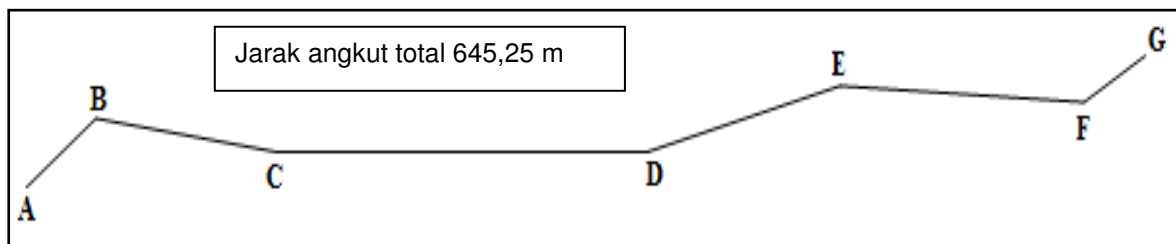
Lebar jalan angkut aktual di lapangan masih belum memenuhi syarat lebar jalan minimum. Berdasarkan perhitungan lebar jalan minimum, lebar jalan minimum yang seharusnya diterapkan pada kondisi lurus adalah 14,56 m dan kondisi tikungan adalah 23,84 m, sehingga perlu adanya pelebaran jalan. Jalan angkut merupakan jalan

angkut 2 jalur dengan jarak angkut 645,25 m yang dibagi menjadi 6 segmen jalan dengan kemiringan yang sangat bervariasi yaitu dari 0 % hingga 9,5 % yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kemiringan jalan angkut dari area pemuatan menuju area *dumping*

No.	Segmen	Beda tinggi (m)	Jarak datar (m)	Grade (%)
1.	A – B	1,93	20,35	9,5
2.	B – C	- 2,4	95,59	- 2,5
3.	C – D	0	296,24	0
4.	D – E	4,81	92,52	5,2
5.	E – F	- 0,48	135,11	- 0,36
6.	F – G	0,48	5,44	8,8

Tabel 3 menunjukkan bahwa kemiringan tertinggi terdapat pada segmen 1 yaitu 9,5 %. Berdasarkan perhitungan kemampuan tanjakan, kemiringan yang masih dapat diatasi *Articulated Dump Truck* CAT 740 B adalah sebesar 13,96 %, sehingga kemiringan aktual masih mampu untuk dilalui dan tidak perlu dilakukan perbaikan. Segmen jalan yang dijabarkan pada tabel 3 dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Segmen jalan angkut dari area pemuatan menuju area *dumping*

Kondisi Peralatan

Kondisi peralatan mekanis yang digunakan di lapangan ditunjukkan dengan nilai kesediaan mekanik (AI), kesediaan fisik (PA) dan kesediaan penggunaan (UA). Kondisi peralatan mekanis yang ditunjukkan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kondisi peralatan mekanis dari alat gali-muat dan alat angkut jika dilihat dari nilai ketersediaan mekanis dan ketersediaan fisik termasuk masih baik, karena alat mekanis yang digunakan di lapangan merupakan peralatan baru yang dipakai kurang dari 1 tahun dan belum mengalami banyak perbaikan.

Produktivitas Aktual Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Produktivitas alat gali-muat dan alat angkut ditunjukkan pada Tabel 5. Tabel tersebut menunjukkan bahwa produktivitas alat gali-muat telah melebihi target pemindahan sebesar 100 m³/jam, sedangkan produktivitas alat angkut belum mencapai target, sehingga perlu dilakukan usaha peningkatan produktivitas alat angkut untuk dapat memenuhi target pemindahan *overburden*.

Tabel 4. Kondisi mekanis alat gali-muat dan alat angkut

Jenis alat mekanis	Rata-rata (%)		
	AI	PA	UA
<i>Hydraulic Excavator</i> CAT 320 D ₂	91,85	93,77	74,91
<i>Articulated Dump Truck</i> CAT 740 B	92,45	94,40	72,66

Tabel 5. Produktivitas aktual alat gali-muat dan alat angkut

Jenis alat mekanis	Jumlah unit	Produktivitas (m ³ /jam)	Produktivitas (m ³ /hari)	Produktivitas (m ³ /bulan)
<i>Hydraulic Excavator</i> CAT 320 D ₂	1	146,30	2.633,40	60.568,20
<i>Articulated Dump Truck</i> CAT 740 B	2	98,76	1.777,68	40.886,64

Perbaikan Keserasian Alat

Ada 2 cara yang dapat dilakukan agar didapat sinkronisasi kerja alat yang lebih baik, yaitu:

1. Penambahan 1 unit alat angkut

Tanpa melakukan peningkatan waktu kerja efektif, dengan penambahan 1 unit alat angkut, yang semula 2 unit menjadi 3 unit, nilai faktor keserasian kerja alat yang semula 0,69 menjadi 1,04. Perubahan nilai faktor keserasian tersebut menyebabkan waktu tunggu menjadi rendah yaitu 31,8 detik bagi alat angkut. Produktivitas alat angkut pun menjadi 141,14 m³/jam dari yang semula 98,76 m³/jam.

2. Penambahan curah *bucket* alat gali-muat terhadap alat angkut.

Tanpa melakukan penekanan terhadap waktu kerja efektif dan penambahan 1 unit alat angkut, dengan penambahan curah *bucket*, yang semula

Peningkatan Produktivitas Alat Angkut

Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut yaitu meningkatkan waktu kerja efektif dan melakukan penekanan terhadap waktu hambatan yang dapat dihindari sehingga diperoleh peningkatan efisiensi kerja alat angkut dan mengupayakan sistem kerja alat yang lebih baik yaitu dengan mensinkronisasi kerja dari alat yang digunakan.

Peningkatan Waktu Kerja Efektif

Usaha untuk memperbesar waktu kerja efektif yang dapat dilakukan adalah dengan menekan waktu hambatan yang dapat dihindari pada *shift* 1 dan 2 yaitu mengupayakan pendisiplinan pekerja agar bekerja tepat waktu agar tidak terjadi keterlambatan dalam memulai kerja. Berkurangnya waktu hambatan, maka waktu kerja efektif yang semula 740,67 menit (12,34 jam) menjadi 853,57 menit (14,23 jam) dengan peningkatan efisiensi kerja dari 68,58% menjadi 79,03 % dan produktivitas alat angkut yang semula 98,76 m³/jam menjadi 113,8 m³/jam.

15 kali menjadi 20 kali, nilai faktor keserasian alat yang semula 0,69 menjadi 0,93 dan waktu tunggu menjadi 25,5 detik dengan peningkatan produktivitas dari yang semula 98,76 m³/jam menjadi 131,68 m³/jam.

Salah satu dari ketiga alternatif pada Tabel 6 dapat dipilih sesuai kebijakan dari perusahaan. Produktivitas alat angkut telah melebihi target pemindahan *overburden* sebesar 100 m³/jam dengan salah satu alternatif tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Produktivitas aktual alat gali-muat *Hydraulic Excavator* CAT 320 D₂ sebesar 146,30 m³/jam dan untuk alat angkut *Articulated Dump Truck* CAT 740 B sebesar 98,76 m³/bulan, sehingga produktivitas alat angkut

belum mencapai target pemindahan *overburden* sebesar 100 m³/jam. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat angkut yang belum memenuhi target yaitu rendahnya efisiensi kerja, sedikitnya jumlah curah pengisian *bucket*, dan rendahnya nilai faktor keserasian alat.

2. Alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut adalah dengan peningkatan waktu kerja efektif, penambahan curah *bucket* alat gali-

muat dan penambahan unit alat angkut. Waktu kerja efektif ditingkatkan dari 12,34 jam menjadi 14,23 jam, sehingga efisiensi kerja menjadi 79,03 % dari 68,58 %. Jumlah curah *bucket* ditambah dari 15 kali menjadi 20 kali, sehingga produktivitas menjadi 131,68 m³/jam dari 98,67 m³/jam. Alat angkut yang semula 2 unit ditambah menjadi 3 unit, sehingga terjadi perubahan faktor keserasian kerja alat dari 0,69 menjadi 1,04.

Tabel 6. Produktivitas alat angkut sebelum dan sesudah perbaikan

Alternatif	Unit	Waktu efektif (jam)	Perubahan variabel		Produktivitas (m ³ /jam)
			Efisiensi kerja	MF	
Sebelum perbaikan	2	12,34	68,58 %	0,69	98,76
Sesudah perbaikan :					
5. Peningkatan waktu kerja efektif	2	14,23	79,03 %	0,69	113,80
6. Penambahan 1 unit alat angkut	3	12,34	68,58 %	1,04	141,14
7. Penambahan curah <i>bucket</i>	2	12,34	68,58 %	0,93	131,68

Daftar Pustaka

- Arif, I., 2000, *Tambang Terbuka*, Buku Ajar Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hartman, Howard L., 1987, *Introductory Mining Engineering*, The University of Alabama, Amerika Serikat.
- Indonesianto, Y., 2007, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Buku Ajar Jurusan Teknik Pertambangan, UPN "Veteran", Yogyakarta.
- Lubis, Ichwan A., 2010, *Penambangan Timah Alluvial*, PT Timah (Persero) Tbk, Pangkalpinang.
- Partanto, 1983, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Pfleider, Eugene P., 1972, *Surface Mining 1st Edition*, The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, New York.
- Rochmanhadi, 1982, *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rostiyanti, Susy F., 2002, *Alat Berat Untuk Proyek Kontruksi*, PT Raneka Cipta, Jakarta.
- Sujitno, S., 2007, *Sejarah Penambangan Timah di Indonesia*, Cempaka Publishing, Jakarta Selatan.
- Tenriajeng, Andi T., 2003, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Gunadarma, Jakarta.