

# Optimalisasi Produksi Alat Muat Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Tahun 2018 Di Blok B PT. Minemax Indonesia Kabupaten Mandi Angin Provinsi Jambi

M.Raffles Yusuf<sup>1)\*</sup>, Yoszi Mingsi A<sup>1)</sup>, Riko Maiyudi<sup>1)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*[raffles.yusuf007@gmail.com](mailto:raffles.yusuf007@gmail.com)

**Abstrack.** Based on the production data of overburden stripping in bloc B PT.Minemex Indonesi in maret 2018, overburden stripping production did not reach the target. To find out the improvement potential of a production process and the effectiveness of using equipment, it is necessary to do an analysis using the OEE method. OEE is known as one of the applications of total productive maintenance programs that have the ability to clearly identify the root of the problem and its causal factors to make the improvement effort to be more focused. After knowing the root of the problem, multiple linear regression statistical analysis is used to determine the relationship and the maximum limits of the obstacles so that the production can be achieved. The fishbone method is then used to find more detailed of the root problems and evaluate them by referring to the results of the multiple linear regression statistical analysis that has been obtained. However, the OEE value of each excavator still <85% and has not reached the world-class OEE value> 85%, it can be concluded that the condition of the equipment is not good. It is better to do repairs to standby time and tool breakdown.

Keywords: Production, Overall Equipment Effectiveness, multiple linear regression statistical analysis, Fishbone Method, Excavator

## 1. PENDAHULUAN

Pengupasan lapisan tanah penutup merupakan salah satu kegiatan yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan penambangan, makin cepat kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup maka kegiatan selanjutnya juga semakin cepat. Sesuai dengan rencana perusahaan untuk meningkatkan produksi setiap tahunnya, maka pengupasan lapisan tanah penutup juga selalu dilakukan sesuai dengan kemampuan produksi alat mekanis yang dipakai. Produktivitas nyata dari peralatan mekanis yang banyak digunakan sering tidak tercapai dengan target produksi secara teoritis. Peningkatan efisiensi kerja dan juga keserasian kerja dari peralatan mekanis akan dapat berpengaruh terhadap pencapaian target produksi tersebut. Peningkatan produktivitas pengupasan lapisan tanah penutup akan sangat berpengaruh besar terhadap peningkatan produksi batubara.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu diadakan analisa teknik terhadap kebutuhan alat muat pada kegiatan pengupasan tanah penutup di front penambangan PT.Minimax Indonesia. Hal ini dikarenakan berdasarkan kenyataan yang ada dilapangan masih sering terjadi tidak adanya keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut,

dimana alat muat sering menunggu bahkan tidak bekerja sama sekali.

Peralatan mekanis yang digunakan untuk pengupasan lapisan tanah penutup adalah 3 unit Excavator yaitu excavator Komatsu PC300-03, Exavator Kobelco SK330-05, dan excavator Kobelco SK330-06, kemudian 2 unit alat support yaitunya Bulldozer CAT D9H, dan CAT D8N, dengan alat angkut Dump Truck Scania P380. Sasaran produksi lapisan tanah penutup di Blok B adalah 165.000 BCM/bulan. Sedangkan produksi yang tercapai hanya 68% dari target yang direncanakan yaitunya sebesar 112.657 BCM/bulan. Sehingga masih terjadi kekurangan produksi sebesar 52.343 BCM/bulan.

Tidak tercapainya target produksi yang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain disebabkan oleh *breakdown* dan *delay* alat gali muat serta kondisi jalan yang kurang baik, sistem kerja alat-alat mekanis yang tidak efisien dan masih rendahnya kemampuan produksi alat-alat mekanis saat ini.

Kondisi ideal dalam proses pemuatan dan pengangkutan over burden sangat sulit dicapai. Akan tetapi hal tersebut dapat diupayakan dengan melakukan optimalisasi terhadap alat gali muat khususnya *excavator* Komatsu PC 300 LC, dan Kobelco SK330. Salah satu metode yang

digunakan adalah dengan metoda *Overall Equipment Effectiveness*.

Masalah yang dihadapi pada saat sekarang bagaimana mengupayakan agar penggunaan alat muat dan angkut dapat diserasikan, sehingga penggunaannya dapat di optimalkan dengan mendasarkan pada jam kerja efektif yang tersedia saat sekarang. Maka dari itu saya mengangkat judul “Optimalisasi Produksi Alat Muat pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Tahun 2018 di PT. Minemex Indonesia Kabupaten Mandi Angina Provinsi Jambi”.

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan alat pengukuran performa proses produksi yang dapat mengukur bermacam macam *losses* produksi dan mengidentifikasi potensi *improvement*. OEE adalah sebuah metode yang telah diterima oleh universal untuk mengukur *level* sebuah perusahaan dan potensi *improvement* dari sebuah proses produksi. Nakajima mengatakan bahwa standar kelas dunia untuk nilai OEE adalah sebesar 85% dengan standar nilai *availability* 90%, nilai *performance rate* 95%, dan nilai *quality rate* 99,9%. Penelitian ini menjelaskan penggunaan metode OEE untuk mengoptimalkan peralatan tambang dalam mencapai target produksi pengupasan lapisan tanah penutup.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lokasi penelitian

PT. Minemex Indonesia adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batubara di Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Propinsi Jambi. Saat ini PT.Minimex Indonesia telah melakukan kegiatan produksi pada wilayah IUP Operasi Produksi seluas 3.700 Hektar. Secara administratif wilayah IUP Operasi Produksi PT.Minimex Indonesia berada di wilayah Kecamatan Mandiangin tepatnya di Desa Mandiangin, Desa Talang Serdang, Desa Taman Dewa. Secara geografis Wilayah IUP Operasi Produksi PT.Minimex Indonesia terletak pada  $103^{\circ}26'25''$  -  $103^{\circ}29'43,30''$  BT dan  $2^{\circ}07'00''$  -  $2^{\circ}07'17,80''$  LS. Peta lokasi wilayah IUP Operasi Produksi PT.Minimex Indonesia disajikan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Peta lokasi wilayah IUP Operasi Produksi PT.Minimex Indonesia

## 2.2 Kondisi Geologi dan Stratigrafi

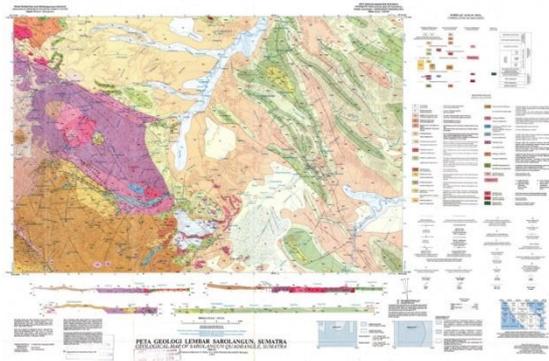
### 2.2.1 Struktur Geologi

Secara geologi regional endapan batubara ditemukan dalam suatu cekungan sedimen melalui proses pembatubaraan (*coalification*). Endapan batubara biasanya hanya ditemukan dalam cekungan - cekungan yang pada saat pengendapan material sedimen muncul dipermukaan danau, delta, rawa dan bias juga laut pada suatu system geologi tertentu. Sistem geologi tertentu tersebut meliputi daerah yang sangat luas (regional) dengan beberapa unsurnya seperti gunung, lautan, sungai, jalursesar, gempa, dimana semua unsure tersebut dapat saling mempengaruhi antara satu dengan yang lainnya.

Secara regional batuan sedimen yang terdapat di daerah ini termasuk dalam cekungan Sumatera Selatan bagian barat yang disebut sebagai Sub cekungan Jambi, seperti yang dijelaskan pada Peta Geologi Lembar Sarolangun yang disusun oleh S. Suwarna, dkk (1992) dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. Batuan dasar dari cekungan ini terdiri dari batuan beku dan batuan malihan yang berumur Pra-Tersier.

Pemahaman geologi regional dimaksudkan untuk dapat menguraikan proses-proses geologi yang berpengaruh terhadap keterdapatn batubara di daerah penelitian sehingga dapat membantu analisis-analisis dalam eksplorasi awal sampai eksplorasi rinci, antara lain:

- Mendapatkan gambaran variasi dan susunan umur batuan.
- Mendapatkan gambaran pola geometri (struktur geologi) tubuh lapisan batubara.
- Dasar pemikiran untuk korelasi lapisan batubara, baik lateral maupun vertikal, kemana arah menipis atau menebal lapisan batubara.



Gambar 2. Peta Geologi Regional PT. Minimax Indonesia

### 2.2.2 Stratigrafi

Batuan sedimen Tersier Awal Cekungan Sumatera Selatan diendapkan selama periode genang laut yang menerus sampai pertengahan Miosen disusul tahap susut Laut. Hal ini berhubungan dengan dua satuan litostratigrafi utama, yaitu Kelompok Telisa dan Kelompok Palembang (De Coster 1974, S. Gafoer dkk, 1986). Satuan pertama terdiri dari Formasi Lahat, Formasi Talangakar, Formasi Baturaja dan Formasi Gumai. Sedangkan yang kedua terdiri dari Formasi Airbenakat, Formasi Muaraenim dan Formasi Kasai.

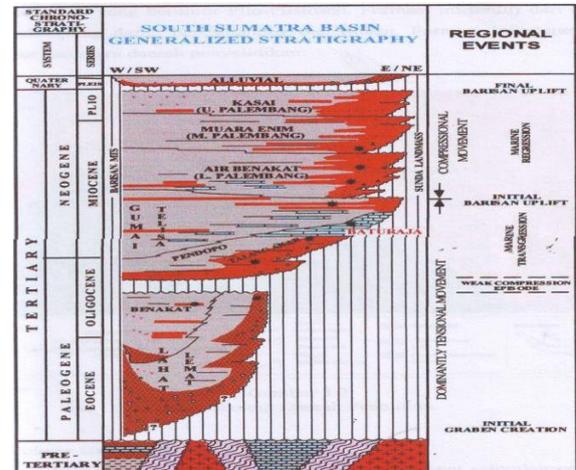
**Formasi Airbenakat** berumur Miosen Tengah – Akhir, terletak secara selaras di atas Formasi Gumai (setempat tidak selaras). Formasi airbenakat ini terdiri dari batupasir glaukonitan, napal dan batu lanau yang diendapkan di lingkungan laut dangkal yang menunjukkan susut laut umum dari keadaan laut terbuka Formasi Gumai.

**Formasi Muaraenim** menindih secara selaras Formasi Airbenakat dan menunjukkan bahwa susut laut dan pendangkalan cekungan berlangsung menerus sampai Kala Pliosen. Batumannya terdiri dari batu pasir dan batu lempung, sebagian tuffaan, di sana-sini mengandung horizon lignit, dan memperlihatkan pengendapan di lingkungan laut dangkal sampai peralihan (ke darat). Berdasarkan posisi stratigrafinya formasi ini berumur Miosen Akhir sampai Pliosen.

Di atas Formasi Muara Enim ditindih secara tidak selaras oleh **Formasi Kasai** yang berumur Plio-Plistosen. Formasi ini terdiri dari batu pasir dan batu lempung darat, berbatu apung dan tuffaan. Ketidakselarasan yang memperlihatkan pengangkatan setempat pada Pliosen Akhir yang berkaitan dengan erosi terhadap Pegunungan Barisan, tetapi tidak berkembang di seluruh wilayah dengan tingkat yang sama.

Endapan Rawa, diendapkan tidak selaras di atas satuan batuan lainnya pada Kala Holosen, terdiri dari kerikil, pasir, lanau dan lempung

dengan sisa-sisa tumbuhan. Lebih jelasnya lagi dapat kita lihat pada gambar 3 stratigrafi PT. Minimax Indonesia.



Gambar 3. Stratigrafi PT. Minimax Indonesia

### 2.3 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Berdasarkan tipe iklim di Provinsi Jambi umumnya dan Kabupaten Sarolangun khususnya, wilayah ini termasuk wilayah beriklim tropis. Pernyataan iklim tropis ini digambarkan oleh beberapa ahli dengan berbagai istilah:

- Iklim Afa (iklim hujan tropis), menurut koppen.
- Termasuk iklim A (daerah sangat basah).
- Termasuk iklim B1 (daerah dengan 7 sampai 9 bulan basah dan 2 bulan kering).

Berdasarkan curah hujan rata-rata bulanan selama 2 bulan terakhir dan analisis data curah hujan, maka kawasan kegiatan digolongkan kedalam tipe iklim Afa dan termasuk zona agroklimat B2. Dengan rata-rata curah hujan pada tahun 2014 adalah 242.94 mm dan durasi hujan pada tahun 2014 adalah 38,84 jam seperti dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Rekapitulasi Data Curah hujan Tahun 2014 PT. Minimax Indonesia

BULAN	Tanggal																															JUMLAH					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Januari	2	9	25	45	165	15	25	15	80	150	35		100	520																						2.219	
Februari	145																																			2.464	
Maret	485	40	175	245		165																														4.070	
April	152																																			3.074	
Mai	14																																			154	
Juni	1	3	12	10																																112	
Juli																																				393	
Agustus	13																																			145	
September																																				145	
Oktober																																					128
November																																					586
Desember																																					548
																																					13.778

## 2.4 Kegiatan Penambangan

Kegiatan penambangan yang diterapkan adalah dengan sistem tambang terbuka biasanya tipe ini diterapkan untuk endapan batubara yang mempunyai lapisan tebal dan dilakukan dengan membuat jenjang (*bench*)<sup>[21]</sup>.

### 2.4.1 Pemilihan Alat Mekanis

Analisa terhadap peralatan mekanis merupakan suatu langkah penting yang harus dilakukan sebelum menghitung produktivitas peralatan mekanis, khususnya alat gali-muat. Dan alat angkut serta *hydraulic excavator* dan *dump truck*<sup>[1][2,4,10,16,18]</sup>.

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret tahun 2018. Lokasi penelitian di PT. Minemax Indonesia. Blok B, Mandi Angin, Jambi.

### 3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis data yang diperoleh maka teknik analisis data menggunakan data kuantitatif, yaitu dengan mengolah kemudian disajikan dalam bentuk tabel atau grafik. Untuk mempersentasikan hasil pengolahan data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis data statistik dan persentasi<sup>[20]</sup>.

Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel yang umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan<sup>[20]</sup>.

### 3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan mengambil data primer yaitu data *cycle time* alat excavator komatsu PC300-03, excavator kobelco SK330-05 dan excavator kobelco SK330-06. Kemudian data sekunder berupa peta lokasi kegiatan, spesifikasi alat muat excavator k, waktu hambatan excavator, target volume pekerjaan pemindahan tanah penutup, jam jalan alat dan realisasi produksi

## 3.3 Tahap Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh diolah dengan menggunakan perhitungan, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, diagram atau perhitungan penyelesaian<sup>[16]</sup>.

### 3.3.1 Perhitungan Produktivitas

Pemuatan merupakan proses pemuatan material hasil galian oleh alat gali muat yang dimuatkan pada alat angkut. Ukuran dan tipe dari alat muat yang dipakai harus sesuai dengan kondisi lapangan dan keadaan alat angkutnya<sup>[2]</sup>.

Perhitungan produktivitas alat mekanis dapat digunakan untuk menilai kinerja dari alat mekanis. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar produktivitas yang dihasilkan alat tersebut<sup>[3-6][18,19]</sup>.

Faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah segala sesuatu yang memungkinkan untuk mempengaruhi pengaruh kondisi kerja. Salah satu tolak ukur yang dapat dipakai untuk mengetahui baik buruknya hasil kerja (keberhasilan) suatu alat pemindahan tanah mekanis adalah besarnya produksi yang dapat dicapai oleh alat berat yang digunakan. Oleh sebab itu usaha dan upaya untuk dapat mencapai produksi yang tinggi selalu menjadi perhatian yang khusus (*serious*)<sup>[5][6][13][21]</sup>.

Produktivitas alat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor dari material, faktor pengembangan, faktor pengisian *bucket*, waktu edar, ketersediaan alat mekanis, keadaan jalan angkut, efisiensi kerja, dan waktu kerja efektif<sup>[8,11][15-17]</sup>.

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \times SF \quad (1)$$

q = q1 x k

Q = Produksi perjam alat muat (Bcm/jam)

q = Produksi alat muat persiklus (m3)

q1 = Kapasitas *bucket* (m3)

k = faktor *bucket*

E = Efisiensi Kerja

SF = *Swell Factor*

### 3.3.2 Perhitungan Ketersediaan Alat

Beberapa hal yang menunjukkan keadaan alat mekanis dan efisiensi pada penggunaannya antara lain<sup>[8]</sup>:

*Availability index* atau *mechanical availability*

Merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut<sup>[2,3,6,7,9]</sup>:

$$M.A = \frac{(W)}{(W+R)} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

W = *Working Hours*, atau jumlah jam kerja alat

R = *Repair Hours*, atau jumlah jam perbaikan.

*Physical Availability* atau *Operational Availability*

Merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan.

Persamaannya adalah<sup>[2,3,6,7,9]</sup>:

$$P.A = \frac{(W+S)}{(W+R+S)} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

S = *Standby Hours* atau jumlah jam dalam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan padahal alat itu tidak rusak dan dalam keadaan siap beroperasi.

W + R + S = *Schedule Hours* atau jumlah seluruh jam jalan dimana alat dijadwalkan untuk beroperasi. Tingkat efisiensi dari sebuah alat mekanis naik jika angka *physical availability* mendekati angka *availability index*.

*Use of Availability*

Menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan.

Persamaannya adalah<sup>[2][3][6][7][9]</sup>:

$$U.A = \frac{(W)}{(W+S)} \times 100\% \quad (4)$$

Angka *use of availability* biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak dapat dimanfaatkan. Hal ini dapat menjadi ukuran seberapa baik pengelolaan (*management*) peralatan yang dipergunakan

*Effective Utilitization*

*Effective Utilization* sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja.

Persamaannya adalah<sup>[2,3,6,7,9]</sup>:

$$EU = \frac{(W)}{(W+R+S)} \times 100\% \quad (5)$$

### 3.4 Tahap Analisis Data

Analisis data menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), analisis statistik yaitu regresi linier berganda, dan membuat simulasi penyelesaian dari hasil analisis statistik regresi linier berganda<sup>[2,7,9,12]</sup>.

#### 3.4.1 Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Pengertian OEE

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah metode pengukuran efektivitas penggunaan suatu peralatan. OEE dikenal sebagai salah satu aplikasi program Total Productive Maintenance (TPM)<sup>[2,7,9]</sup>.

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan ukuran menyeluruh mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitas maupun efisiensi mesin/peralatan<sup>[2,7,18]</sup>.

OEE dapat dinyatakan sebagai perbandingan dari output aktual dari mesin dibagi dengan output maksimal mesin saat berada dalam kondisi terbaik<sup>[2,7,9,18]</sup>.

OEE merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur metrik dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *Six Big Losses* peralatan<sup>[2,7,9,18]</sup>.

Berikut adalah faktor yang akan dihitung pada komponen OEE:

#### Availability Factor (A)

Ketersediaan alat maksudnya dikaitkan dengan suatu peralatan yang beroperasi dapat dihitung dengan persamaan:

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (6)$$

Keterangan:

AT = Available time

TT = Total calendar Time

#### Utilization Factor (U)

Maksudnya adalah pemanfaatan menandakan penggunaan produktif jam tersedia, dapat dihitung dengan persamaan:

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (7)$$

Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif.

Keterangan:

UT = utilization time

AT = available time

#### Speed Factor (S)

Faktor kecepatan adalah rasio waktu siklus yang direncanakan dengan waktu siklus aktual, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{CTp}{CTa} \quad (8)$$

Keterangan:

Ctp = planned cycle time

Cta = actual cycle time

#### Bucket Factor (B)

Yaitu menandakan penggunaan produktif kapasitas bucket, kuantitas bucket yang dimuat secara aktual dibandingkan dengan output aktual

$$B = \frac{Oac}{Opc} \quad (9)$$

OEE of Equipment

$$OEE = A \times U \times S \times B \quad (10)$$

Dari persamaan diatas didapatkan

$$OEE = \frac{AA}{TT} \times \frac{UT}{AT} \times \frac{EOT}{UT} \times \frac{NOT}{EOT} = \frac{NOT}{TT} \quad (11)$$

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus :

$$O = Opc \times \frac{TT \times 3600}{CTp} \times OEE \quad (12)$$

Maka diperolehlah O yaitu output produksi dalam jangka waktu tertentu (m<sup>3</sup>)

### 3.4.2 Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linier berganda adalah analisis yang memiliki variabel bebas lebih dari satu [10].

Regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara variabel bebas (X<sub>1</sub> dan X<sub>2</sub>) terhadap variabel terikat (Y) yang menggunakan rumus regresi linier berganda.

Uji regresi berganda digunakan untuk meramalkan nilai variabel terikat (Y) apabila variabel bebas minimal dua atau lebih. Uji regresi ganda adalah alat analisis peramalan nilai pengaruh dua variabel bebas atau lebih terhadap satu variabel terikat (untuk membuktikan ada atau tidaknya hubungan fungsional atau hubungan kausal antara dua variabel bebas atau lebih, (X<sub>1</sub>) (X<sub>2</sub>) (X<sub>3</sub>)....(X<sub>n</sub>) dengan satu variabel terikat<sup>[12]</sup>.

Secara umum model regresi linier berganda adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_kX_k + e \quad (13)$$

Keterangan:

Y = Variabel tak bebas

X<sub>i</sub> = Variabel bebas

a = Penduga bagi α intersep (titik potong)

b<sub>i</sub> = Penduga bagi β<sub>i</sub>

Regresi berganda dengan dua variabel bebas adalah:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (14)$$

Nilai-nilai dari persamaan regresi ganda untuk dua variabel bebas dapat ditentukan sebagai berikut:

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_2 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_2^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (15)$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2 y) - (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (16)$$

$$a = \frac{\sum Y - b_1 \sum x_1 - b_2 \sum x_2}{n} \quad (17)$$

### Koefisien Determinansi ( $R^2$ )

Koefisien determinansi digunakan sebagai informasi mengenai kecocokan suatu model. Nilai koefisien determinansi antara 0 sampai dengan 1. Menghitung nilai determinansi dapat menggunakan rumus<sup>[12]</sup>:

$$KP \text{ atau } R^2 = \frac{b_1 \sum x_1 y + b_2 \sum x_2 y}{\sum y^2} \quad (18)$$

### Analisis Korelasi Berganda (R)

Analisis ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen. Koefisien ini menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y). Nilai R berkisar antara 0-1, dengan rumus :

$$R = \sqrt{R^2} \text{ atau } R = \sqrt{KP} \quad (19)$$

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Jadwal Kerja

Jadwal Kerja Blok B PT. Minemax Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2 . Waktu Kerja Kegiatan Penambangan**

Shift	Waktu (WIB)	Rentang Waktu (Jam)	Keterangan
Shift I	07.00-12.00	5	Kerja
	12.00-13.00	1	Istirahat
	13.00-18.00	5	Kerja
	18.00-19.00	1	Pergantian Shift
Shift II	19.00-00.00	5	Kerja
	00.00-01.00	1	Istirahat
	01.00-06.00	5	Kerja
	06.00-07.00	2	Pergantian Shift

### 4.2 Jam Kerja Alat Muat

Berikut adalah data jam kerja *Excavator* Komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, dan Kobelco SK330-06 bulan Maret 2018.

**Tabel 3.** Data Jam Kerja *Excavator* Komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, dan Kobelco SK330-06

Unit	Jam Tersedia (Jam)	Jam Operasi (Jam)	Jam Repair/Breakdown (Jam)	Jam Standby (Jam)
PC300-03	620	337,63	21,00	261,39
SK330-05	620	333,74	14,95	270,96
SK330-06	620	346,10	16,46	258,62

### 4.3 Ketersediaan alat

Dari data jam kerja *Excavator* Komatsu PC300-03, kobelco SK330-05, dan kobelco SK330-06 bulan Maret 2018, dengan menggunakan rumus di atas maka dapat dihitung MA, UA, PA, dan EU sebagai berikut:

**Tabel 4.** Nilai MA, UA, PA, dan EU *Excavator* Komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05 dan Kobelco SK330-06

Unit	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
PC300-03	94,14	96,61	56,36	54,45
SK330-05	95,71	97,39	55,19	53,86
SK330-06	95,46	97,35	55,72	49,19

### 4.4 Perhitungan produktivitas Alat Muat

Produktivitas excavator dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$Q = \frac{(q \times 3600 \times E)}{CT} \times SF$$

$$q = q_1 \times k$$

Dimana:

Q = Produksi perjam alat muat (BCM/jam)

q = Produksi alat muat persiklus

q<sub>1</sub> = Kapasitas *bucket*

k = faktor *bucket*

E = Efisiensi Kerja

SF = Swell Factor

Dengan menggunakan rumus diatas, maka didapatkan produktivitas masing-masing unit *Excavator* sebagai berikut :

**Tabel 5.** Produktivitas Alat Gali

Unit	Kapasitas Bucket (m <sup>3</sup> )	Bucket Fill Factor (K)	Sf	Efisiensi Kerja (E)	Cycle Time (s)	Produktivity
EX 03	1,6	0,8	0,83	0,54	21,72	96,28
EX 05	1,6	0,8	0,83	0,54	25,92	79,8
EX 06	1,6	0,8	0,83	0,56	24,93	85,72

#### 4.5 Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut SCANIA P360 dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 6.** Produktifitas Alat Angkut SCANIA

Unit	Kapasitas alat C (m <sup>3</sup> )	Efisiensi Kerja (E)	Cycle Time Cmt (m)	Produktivity
DT-05	7,68	0,62	15,18	18,82
DT-24	7,68	0,69	15,25	20,85
DT-32	7,68	0,69	15,20	20,92
DT-25	7,68	0,65	13,04	22,97
DT-33	7,68	0,66	13,08	23,25
DT-03	7,68	0,67	13,08	23,60
DT-34	7,68	0,68	16,59	18,89
DT-04	7,68	0,64	16,59	17,78
DT-35	7,68	0,68	16,63	18,84

#### 4.6 Perhitungan Produksi dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Dengan menggunakan rumus 7, 8, 9, 10, 11 dan 13 maka didapatkan nilai OEE dan produksi *Excavator*:

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan OEE *excavator* komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, Kobelco SK330-06.

EXC	A	U	S	B	OEE
PC300-03	0,83	0,54	0,92	0,80	0,33
SK330-05	0,83	0,54	0,77	0,80	0,28
SK330-06	0,83	0,56	0,80	0,80	0,30

#### 4.7 Pembahasan

Setelah menghitung data produksi, dapat dilihat pada data jam kerja terdapat *loss time* yaitu berupa data jam *breakdown* dan *standby*. *Breakdown* dan *standby* terjadi karena beberapa faktor berikut:

- Peralatan

*Loss time* yang terjadi karena peralatan biasanya disebabkan oleh kerusakan atau pengecekan pada alat baik yang direncanakan maupun tidak direncanakan, dan *problem mechanical*<sup>[7,9,14]</sup>.

- Lingkungan

*Loss time* yang terjadi karena lingkungan biasanya disebabkan oleh perbaikan front, keadaan material, perbaikan jalan, perbaikan disposal<sup>[7,9,14]</sup>.

- Manusia

*Loos time* yang disebabkan oleh manusia adalah seperti operator terlambat saat jam kerja sudah dimulai, operator izin karena sesuatu hal mendadak, ataupun operator tanpa keterangan, kemudian juga disebabkan oleh jadwal *change shift* yang melebihi batas waktu yang telah ditetapkan<sup>[7,9,14]</sup>.

#### 4.8 Perhitungan Standby Time Maksimal untuk Memenuhi Produksi Pengupasan Lapisan Overburden dengan Menggunakan Analisis Regresi Linear Berganda

Sampel data yang digunakan pada perhitungan untuk mendapatkan waktu optimal tersebut sebanyak 31 data, karena jumlah hari pada bulan Maret 2018 adalah 31 hari.

Input: Data jumlah *Stanbye Time* yang bisa di hindari ( $X_1$ ), *Standby Time* yang tidak bisa di hindari ( $X_2$ ), dan Produksi aktual harian ( $Y$ ) Februari 2018 dari data sekunder peneliti.

Proses: Adapun proses yang akan dilakukan dengan cara menghitung jumlah nilai:

- *Stanbye Time* yang bisa di hindari ( $X_1^2$ ),
- *Standby Time* yang tidak bisa di hindari ( $X_2^2$ ),
- Produksi ( $Y^2$ )
- $X_1Y$
- $X_2Y$
- $X_1X_2$

Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus 14, 15, 16, 17, dan 18. Maka didapatkan *standby time* maksimal untuk memenuhi produksi.

Setelah didapatkan *standby time* maksimal, maka perlu dilakukan perbaikan terhadap *losstime* yang diakibatkan oleh *standby time*. Perbaikan yang bisa dilakukan agar produksi tercapai adalah perbaikan terhadap faktor yang disebabkan oleh *delay time*, yaitu kedisiplinan kerja.

Setelah diteliti dalam satu hari *delay time* yang diperbolehkan adalah 3 hrs, yang terdiri dari waktu untuk persiapan kerja dan pergantian shift. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada jadwal kerja yang telah dipaparkan sebelumnya.

Namun, ada beberapa hari pada bulan Maret 2018 *delay time* tidak mencapai 3 hrs, hal itu disebabkan karena ada faktor hambatan lain yang terjadi sebelum pergantian shift maupun waktu istirahat.

Manfaat dilakukannya analisis regresi linear berganda pada perhitungan ini adalah untuk mengetahui total *standby time* maksimal dalam satu bulan agar produksi tercapai. Tidak bisa jika hanya berpatokan terhadap *standby time* maksimal dalam satu hari, karena ada faktor-faktor *standby time* dalam beberapa hari yang tidak bisa dikurangi lagi. Jadi, yang jadi patokan adalah *standby time* maksimal dalam satu bulan.

#### 4.9 Perhitungan Produksi Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Setelah Perbaikan Standby Time

Produksi setelah perbaikan *standby time* dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 8.** Hasil perhitungan OEE Perbaikan Excavator Komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, dan Kobelco SK330-06.

EXC	A	U	S	B	OEE	O (m3)
PC300-03	0,83	0,89	0,92	0,80	0,55	117037,10
SK330-05	0,83	0,88	0,77	0,80	0,45	96644,99
SK330-06	0,83	0,94	0,80	0,80	0,51	108292,31

Secara ideal (yaitu efisiensi 100%) diinginkan terhadap alat-alat mekanis bahwa setiap alat bekerja pada kemampuan semaksimal mungkin, setiap alat bekerja sepanjang waktu selama masa kerjanya, setiap alat tidak pernah rusak. Tetapi hal ini tidak mungkin dapat diterapkan karena keadaan alat, keadan medan kerjanya, dan sifat-sifat manusiannya sendiri. Meskipun demikian efektivitas penggunaan alat dapat dimaksimalkan dengan cara mempekerjakan alat dengan jumlah seminimal mungkin pada kapasitas kerja semaksimal mungkin, mempekerjakan alat sepanjang waktu kerjanya selama alat tersebut tidak rusak (jadi menghilangkan *standby time*) namun tidak mungkin untuk mencapai efisiensi 100 %.

Pada perhitungan diatas dapat dilihat dengan efisiensi 100 %, produksi Excavator komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, Kobelco SK330-06 berturut-turut yaitu 128.794 bcm, 99.127,339 bcm, dan 103.139,616 bcm mencapai target bahkan sangat jauh melebihi target produksi. Yang mana target poduksi masing-masing unit yaitu 45.000 bcm.

Sedangkan dengan efisiensi kerja setelah perbaikan Excavator komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, dan Kobelco Sk330-06 berturut-turut sebesar 54%, 49%, dan 49% produksi perbaikan Excavator komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, dan Kobelco SK330-06 berturut-turut adalah 69.548,93 bcm, 48.597,88 bcm, dan 50.538,41 bcm dari target produksi masing-masing unit 45.000. hal itu berarti bahwa produksi Excavator komatsu PC300, Kobelco SK330-05, dan Kobelco SK330-06 sudah mencapai target.

Namun, produksi masih bisa ditingkatkan karena standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Sedangkan, nilai OEE setelah dilakukan perbaikan Excavator komatsu PC300-03, Kobelco SK330-05, dn Kobelco SK330-06 berturut-turut adalah 84%, 65%, dan 67%

## 5. Kesimpulan

### 5.1 Kesimpulan

1. Untuk efektivitas alat gali muat yaitu:
  - a. Persentase *Mechanical Availability* masing-masing alat muat sangat baik.

- b. Persentase *Use Availability* masing-masing alat muat masih rendah.
  - c. Persentase *Efectivity utilization* masing-masing alat muat masih rendah.
2. Produktivitas aktual alat gali muat *Excavator* PC300-03, SK330-05, dan SK330-06 bulan Maret 2018 berturut-turut adalah 108,604 Bcm/Jam, 85,6 Bcm/Jam, dan 90,9 Bcm/Jam dari produktivitas yang direncanakan adalah 160 Bcm/Jam.
  3. Setelah dilakukan perhitungan dengan metode *Overall Equipment Efektiveness* diperoleh hasil produksi *Excavator* PC300-03, SK330-05, dan SK330-06 bulan Maret 2018 sebesar 71.633,24 Bcm, 59.389 Bcm dan 63.762,69 Bcm, dari target produksi satu unit *Excavator* 99.200 Bcm.
  4. Hasil perhitungan produksi dengan metode *Overall Equipment Efektiveness* setelah dilakukannya perbaikan waktu kerja dengan mengurangi waktu *standby* masing-masing alat gali muat dan meningkatkan jam operasi maka diperoleh produksi *Excavator* PC300-03, SK330-05, dan SK330-06 dengan hasil produksi berturut-turut sebesar 117.037 Bcm, 96.644,99 Bcm, dan 108.292,31 Bcm, dari target produksi masing-masing unit sebesar 99.200 Bcm
  5. Nilai OEE masing-masing alat gali muat *Excavator* PC300-03, SK330-05, dan SK330-06 bulan Maret 2018 masih sangat rendah berturut-turut sebesar 55%, 45%, dan 51% Ini artinya nilai OEE masing-masing alat belum mencapai nilai OEE standar kelas dunia yaitu  $\geq 85\%$  dapat disimpulkan bahwa keadaan masing-masing alat kurang baik.

## 5.2 Saran

1. Perlunya mengurangi *standby time* masing-masing unit *Excavator* PC300-03, SK330-05, dan SK330-06 bulan Maret 2018 untuk meningkatkan produksi pengupasan *overburden*.
2. Perlunya meminimalisir *standby time* yang disebabkan oleh manusia pada alat gali muat *Excavator* PC300-03, SK330-05, dan SK330-06 dengan cara meningkatkan kesadaran akan kedisiplinan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan.
3. Perlu dilakukan perbaikan seminimal mungkin pada beberapa peralatan tambang yang sering mengalami kerusakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2009). "Spesification & Application Handbook". Japan: Komatsu

- [2] Aryando, W. (2016). Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Tanah Penutup Batubara Banko Barat Pit 1 Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk Upte (Doctoral Dissertation, Upn" Veteran" Yogyakarta).
- [3] Suhendra, R., & Betrianis, B. (2005). Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur pada Lini Produksi (Studi Kasus Pada Stamping Production Division Sebuah Industri Otomotif). *Jurnal Teknik Industri*, 7(2), 91-100.
- [4] Faisal, R. (2016). Kajian Teknis Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Batugamping 780.000 Ton/Bulan Di PT Semen Padang Indarung Sumatera Barat (Doctoral Dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta).
- [5] Febrianto, A. (2016). Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden di Tambang Batubara PT. Rian Pratama Mandiri Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan (Doctoral dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta).
- [6] Hadi, E. R., Inmarlinianto, I., & Gunawan, K. (2015). Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut untuk Mengoptimalkan Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di Pit Uw PT. Borneo Alam Semesta Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 1(1).
- [7] Handoko, Murjiyanto Tri. "Evaluasi Rencana Penerapan Total Productive Maintenance Untuk Meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Cv Bima Jaya Makam Haji Sukoharjo." PhD diss., Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2007.
- [8] Hasan, H. (2010). Penggunaan Ripper Dalam Membantu Excavator Back Hoe Pada Pengupasan Overburden Tanpa Peledakan (Blasting) Pada Tambang Batubara Skala Kecil. *APLIKA Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 8(1), 29-33.
- [9] Hermanto, H. (2016). Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness pada Divisi Painting di PT. AIM. *Jurnal Metris*, 17(2), 97-106.
- [10] Iahi, R. R., Ibrahim, E., & Swardi, F. R. (2014). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-Muat (Excavator) dan Alat Angkut (Dump Truck) pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 di Pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(3).

- [11] Indonesianto, Y. 2012. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN “V” Yogyakarta
- [12] M. Iqbal, Hasan. 2001. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [13] Mohammadi, M., Rai, P., & Gupta, S. (2017). Performance evaluation of bucket based excavating, loading and transport (BELT) equipment—an OEE approach. *Archives of Mining Sciences*, 62(1), 105-120.
- [14] Murnawan, H. (2016). Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan Pt. X. *HEURISTIC: Jurnal Teknik Industri*, 11(01).
- [15] Partanto Prodjosumarto. (1995).” *Pemindahan Tanah Mekanis*”. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [16] Prodjosumarto, Prodjosumarto. (2000). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Teknik Pertambangan ITB.
- [17] Rochmanhadi, (1992). “Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat”. Jakarta KMKO Sipil Unhas.
- [18] Sosantri, B. J., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). Optimalisasi Peralatan Tambang dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PIT 1 Penambangan Batubara Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 3(2), 702-721.
- [19] Sumarya, (2012). *Bahan Ajar Peralatan Tambang dan Penanganan Material*.
- [20] Tenriajeng, Endi Tenrisukki. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma.
- [21] Tim Penyusun. 1998. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.