

# STUDI ANALISIS DAN SIMULASI PENINGKATAN PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* HITACHI EX1900-6 DALAM PENGUPASAN *OVERBURDEN* PADA TAMBANG BATUBARA PT. MANDALA KARYA PRIMA *JOBSITE* PT. MANDIRI INTIPERKASA PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Amrina Aulia Siregar<sup>1\*</sup>, and Sumarya<sup>1\*\*</sup>

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

\*amrinaas96@gmail.com

\*\*sumarya@ft.unp.ac.id

**Abstract.** PT. Mandala Karya Prima is a mining contractor trusted by PT. Mandiri Intiperkasa for coal mining activities. In the overburden dismantling process, PT. Mandala Karya Prima uses the Hitachi EX-1900-6 excavator with a 12 m<sup>3</sup> bucket capacity. This research was motivated by the planned overburden dismantling activity using Hitachi EX1900-6 excavators of 600 bcm / hour not reaching the target. The actual productivity of Hitachi EX1900-6 excavators for wet clay material is 556.8 lcm / hour and for sandstone material is 548.9 lcm / hour. Components that influence the productivity of excavators include material types, front loading conditions, loading methods, and skill operators. These components make work efficiency, bucket fill factor and cycle time not optimal. The actual time cycle when collecting data in the field is 38.63 seconds for clay wet material and 31.64 for sandstone material. By taking the example of cycle time, the clay wet material is 38.63 seconds, the digging rate should be 812.78 lcm / hour. But the reality in the field, the productivity of overburden dismantling of wet clay material is 556.8 lcm / hour. This loss of productivity occurs due to obstacles namely moving the front, repairing fronts, waiting hauler, spotting time, preparing position, and operator needs. Of these obstacles, the biggest contributor to loss of productivity is the waiting hauler which is  $\pm$  150 lcm / hour. Based on the theoretical formula of excavator productivity, factors that can be improved to optimize excavator productivity are work efficiency, bucket fill factor and cycle time. Efforts were made to improve work efficiency, namely dumptruck optimization, equipment management, changing loading patterns, and spotting dumptruck without maneuvering. Efforts are made to reduce cycle time, namely changing the digging pattern and making the optimum bench height. While the effort made to increase bucket fill factor is applying the right excavation technique.

**Keywords:** Productivity, Excavator, Cycle Time, Bucket Fill Factor, Job Efficiency.

## 1. Pendahuluan

PT. Mandala Karya Prima merupakan salah satu perusahaan kontraktor yang dipercaya oleh PT. Mandiri Intiperkasa selaku pemegang PKP2B (Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara) untuk melakukan kegiatan penambangan batubara yang terletak di Kecamatan Sembakung dan Sesayap Hilir Kabupaten Nunukan dan Tana Tidung Provinsi Kalimantan Utara. Kegiatan penambangan dilakukan di dua lokasi yaitu PIT B Rawa Selatan dan Pit B Rawa Utara.

Proses penambangan batubara yang dilakukan oleh PT. Mandala Karya Prima menggunakan metode penambangan tambang terbuka yaitu metode *open pit*

*mining* yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi kegiatan pengupasan tanah penutup (*overburden*) dan kegiatan penambangan batubara<sup>[1]</sup>. Pengupasan lapisan tanah penutup dilakukan pada lapisan *overburden* berupa material keras (*clay*) dan lumpur (*mud*).

Pada kegiatan pengupasan tanah penutup atau *overburden* digunakan alat gali-muat (*excavator*) yang berukuran besar sedangkan dalam pengambilan batubara digunakan alat yang lebih kecil. Alat gali-muat (*excavator*) memiliki andil yang besar dalam produksi suatu proses penambangan walaupun terdapat faktor-faktor lainnya yang juga berpengaruh seperti alat angkut yang digunakan. Alat gali-muat (*excavator*) terbesar untuk pengupasan lapisan tanah penutup yang digunakan

oleh PT. Mandala Karya Prima adalah Hitachi EX-1900-6 dan Komatsu PC2000-8.

Target produksi kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) PT. Mandala Karya Prima yaitu 600 lcm/jam untuk material Keras (*Clay*) dan 404 lcm/jam untuk material Lumpur (*Mud*). Ketika dilakukan pengamatan, lapisan tanah penutup yang dikupas tergolong material keras yaitu *sandstone* dan *clay wet*. Dalam operasinya, produksi pengupasan *overburden* untuk material *sandstone* sebesar 548,9 lcm/jam sedangkan untuk material *clay wet* sebesar 556,49 lcm/jam.

Perlu dilakukan analisis mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas dari alat gali-muat (*excavator*) baik yang berasal dari dalam *excavator* ataupun dari luar guna menunjang tercapainya produktivitas *excavator* tersebut serta hambatan-hambatan yang membuat produktivitas tidak tercapai. Berdasarkan pengamatan di lapangan, alat gali-muat (*excavator*) mengalami beberapa hambatan diantaranya keadaan dimana *excavator* menunggu *dumprtruck* tiba di *front loading*, menunggu *dumprtruck* mengambil posisi untuk siap dilakukan proses pemuatan, sering terjadinya perbaikan *front loading* dan perbaikan posisi *excavator*, dan terjadinya pindah *front loading*.

Pola pemuatan yang digunakan yaitu pola pemuatan *double bench loading* dimana pola pemuatan ini kurang efisien karena waktu yang dibutuhkan untuk *excavator* memuat menjadi lebih lama. Kemampuan dan koordinasi antara operator *excavator*, *dumprtruck* dan *bulldozer* juga merupakan faktor yang mempengaruhi pencapaian produktivitas. Hal-hal tersebut dapat mempengaruhi produktivitas *excavator* sehingga produktivitas yang dapat dicapai *excavator* belum optimal.

Dari latar belakang tersebut terlihat bahwa pentingnya untuk melakukan analisis terhadap produktivitas alat gali-muat (*excavator*) serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Selain itu, pada penelitian ini akan dilakukan beberapa simulasi peningkatan produktivitas dengan memasukkan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi seperti metode pemuatan, analisis kecepatan dan perbaikan *front loading* untuk meminimalisir waktu terbuang.

Oleh karena itu, penulis mengangkat judul penelitian mengenai “Studi Analisis dan Simulasi Peningkatan Produktivitas *Excavator* Hitachi EX1900-6 Dalam Pengupasan *Overburden* Pada Tambang Batubara PT. Mandala Karya Prima *Jobsite* PT. Mandiri Intiperkasa Provinsi Kalimantan Utara”.

## 2. Lokasi Penelitian

Lokasi wilayah PKP2B PT. Mandiri Intiperkasa secara administratif terletak di Kecamatan Sembakung dan Sesayap Hilir, Kabupaten Nunukan dan Tana Tidung, Provinsi Kalimantan Utara. Secara geografis terletak antara 3° 43' 54,0" LU sampai 3° 37' 12,0" LU dan 117° 11' 0,0" BT sampai 117° 16' 6,0" BT<sup>[2]</sup>.



Gambar 1. Lokasi Kesampaian Daerah PT. MIP

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Mandala Karya Prima Kalimantan Utara selama dua bulan yaitu pada tanggal 23 Februari 2018 – 24 April 2018.

### 3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan (*Applied Research*), yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis. Dalam penyusunan Tugas Akhir, penulis menggabungkan antara teori dan kenyataan di lapangan yang didapat dari data primer melalui pengamatan secara langsung di lapangan dan data sekunder yang didapat dari perusahaan.

Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan kepada filsafat positifisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan<sup>[3]</sup>.

Data penelitian diambil dari suatu populasi. Populasi adalah keseluruhan populasi objek penelitian yang terdiri dari peristiwa tertentu sebagai sumber data yang memiliki karakteristik tertentu dalam suatu penelitian<sup>[4]</sup>. Jenis populasi yang digunakan adalah populasi terbatas yang diambil dari waktu edar alat muat yang didapatkan dilapangan kemudian dianalisis sedangkan untuk teknik pengambilan sampelnya dilakukan secara acak dan sistematis dari waktu edar alat muat pada kondisi kegiatan pengupasan *overburden*.

### 3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer yang diperoleh dari observasi lapangan seperti *cycle time* alat gali muat, efisiensi kerja peralatan, jumlah pengisian *bucket* dalam satu pengangkutan, data *payload* serta hambatan yang memengaruhi produktivitas sedangkan data sekunder diperoleh dari *file*

perusahaan seperti peta lokasi penambangan, target peoduktivitas, jam kerja peralatan, serta spesifikasi alat.

### 3.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan dengan mengolah data sesuai dengan teori pada literatur yang ada. Setelah mendapatkan data primer dan data sekunder, dilakukan pengolahan data dengan menggabungkan kedua data tersebut. Pengolahan data diolah dengan menggunakan *Software* Microsoft Excel selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

### 3.4 Tahap Analisis Data

Analisis data adalah memperkirakan atau dengan menentukan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari beberapa kejadian terhadap beberapa kejadian lainnya, serta memperkirakan/ meramalkan kejadian lainnya<sup>[4]</sup>. Teknik analisis data adalah teknik yang dibutuhkan untuk mengolah data yang telah dikumpulkan untuk kebutuhan penelitian agar mendapatkan suatu kesimpulan<sup>[5]</sup>.

#### 3.4.1 Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan dengan mengolah data sesuai dengan teori pada literatur yang ada. Setelah mendapatkan data primer dan data sekunder, dilakukan pengolahan data dengan menggabungkan kedua data tersebut. Pengolahan data diolah dengan menggunakan *Software* Microsoft Excel selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

#### 3.4.2 Analisis dan Pembahasan

Analisis data dilakukan dengan menganalisis dan membahas sesuai dengan pengolahan data yang sudah dilakukan dengan mengacu pada literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah. Analisis dan pembahasan mengenai kemampuan kerja alat serta hambatan yang memengaruhi produksinya serta memberikan simulasi sebagai upaya peningkatan produktivitas.

#### 3.4.3 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini dilakukan dengan menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan serta pemberian saran mengenai kemampuan kerja alat serta hambatan yang memengaruhi produksinya.

#### 3.4.4 Penyusunan Laporan Akhir

Tahap ini dilakukan dengan menyusun laporan penelitian yang berisi seluruh penjelasan tahapan-tahapan studi penelitian yang sudah dilakukan dan diakhiri dengan kesimpulan yang disusun secara sistematis.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengambilan data dilakukan melalui pengamatan lapangan serta melalui berbagai literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Pengambilan data dilakukan pada bulan Maret 2018. Alat gali muat yang

digunakan pada kegiatan pembongkaran material tanah penutup yaitu *Hitachi EX1900-6*.

### 4.1 Data Pengamatan

#### 4.1.1 Kondisi Tempat Kerja

Produksi alat mekanis selain dipengaruhi oleh kondisi fisik dan mekanisnya, juga dipengaruhi oleh keadaan tempat kerja alat tersebut digunakan. Untuk mengetahui produksi alat muat dan alat angkut maka perlu dilakukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi. Tinjauan terhadap kondisi tempat kerja bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi tersebut sudah mendukung atau belum untuk kegiatan produksi material *overburden*<sup>[6]</sup>.

#### 4.1.2 Material

*Swell factor* merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya volume pengembangan suatu material setelah digali dari tempatnya berdasarkan volume asli sebelum digali. Perhitungan faktor pengembangan ini menggunakan parameter *density loose* dan *density bank* yang didapatkan dari data Departemen *Engineering* PT. Mandala Karya Prima. Material yang digali pada saat pengamatan yaitu *Clay Wet* dan *Sandstone*. Dari data tersebut, *swell factor* pada saat pengamatan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** *Swell Factor*

Material	Densitas Bank	Densitas Loose	Swell Factor
Sandstone	2,52	1,51	60%
Clay Wet	2,09	1,66	79%

#### 4.1.3 Catatan Fisik Excavator

Waktu kerja yang akan digunakan untuk perhitungan efisiensi merupakan data sekunder yang merupakan catatan waktu kerja serta waktu *maintanance* untuk minggu pertama bulan Maret 2018. Adapun data penggunaan waktu kerja didapatkan dari *Departement Engineering* PT. Mandala Karya Prima dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Waktu Kerja Aktual *Excavator*

Excavator	Working Hours (Jam)	Standby Hours (Jam)	Repair Hours (Jam)	Total Hours
Hitachi EX1900-6	91	63	2	156

#### 4.1.4 Cycle Time Excavator

*Cycle time* merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah alat gali-muat untuk melakukan kegiatan *dumping*, *digging*, *swing loaded*, dan *swing empty*<sup>[7]</sup>. *Cycle time* dalam hal ini digunakan untuk penentuan produktivitas dari *excavator*.

**Tabel 3.** Rata-rata *Cycle Time* Alat Gali- Muat

Tanggal	TOTAL (second)
03 Maret 2018	33,27
04 Maret 2018	37,39
05 Maret 2018	39,85
06 Maret 2018	39,46
07 Maret 2018	37,83
08 Maret 2018	33,14
10 Maret 2018	30,81
11 Maret 2018	29,34

#### 4.1.5 Lost Time

*Lost time* merupakan waktu pada saat alat gali-muat tidak memproduksi *overburden*. Waktu terbuang ada yang dapat dihindari dan ada yang tidak dapat dihindari. Semakin besar waktu yang terbuang maka semakin kecil pula efisiensi kerja alat gali-muat. Pengamatan waktu terbuang alat gali-muat diambil bersamaan dengan pengambilan data *cycle time*. Waktu terbuang yang didapat pada saat melakukan pengamatan antara lain pindah *front*, perbaikan *front*, *waiting hauler*, *spotting time truck*, *prepare position*, dan kebutuhan operator.

**Tabel 4.** Rata-rata *Lost Time*

Tanggal	TOTAL (minutes)
03 Maret 2018	20,91
04 Maret 2018	20,35
05 Maret 2018	21,49
06 Maret 2018	16,32
07 Maret 2018	21,00
08 Maret 2018	26,26
10 Maret 2018	14,56
11 Maret 2018	10,23

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Bucket Fill Factor

*Bucket fill factor* merupakan perbandingan antara volume material nyata yang dimuat oleh *bucket* dengan volume kapasitas teoritis *bucket* yang dinyatakan dalam %<sup>[8]</sup>. Perhitungan *bucket fill factor* pada penelitian ini menggunakan data *payload* dan *passing* yang diambil saat di lapangan menggunakan persamaan (1) dan (2). Data *passing excavator* didapatkan pada saat pengamatan di lapangan. Data *loose density* didapatkan dari Departemen Engineering PT. Mandala Karya Prima. Sedangkan data *payload* didapat dari pengunduhan data pada unit *dumpttruck* dan diolah menggunakan software VGMS. Perhitungan *bucket fill factor* yaitu sebagai berikut:

Material *Clay Wet*

Diketahui :

Rata-rata *payload* : 76,18 ton

Rata-rata *passing* : 4,16

Loose density : 1,66 (ton/m<sup>3</sup>)

Kapasitas bucket : 12 m<sup>3</sup>

$$Vn = \left( \frac{\text{rata-rata payload}}{\text{density loose}} \right) \times \frac{1}{\text{rata-rata passing}} \quad (1)$$

$$Vn = \left( \frac{76,18}{1,66} \right) \times \frac{1}{4,16} = 11,03 \text{ m}^3$$

$$K = \frac{Vn}{Vt} \times 100,42\% \quad (2)$$

$$K = \frac{11,03}{12} \times 100,42\% = 91,93 \%$$

Material *Sandstone*

Diketahui :

Rata-rata *payload* : 87,05 ton

Rata-rata *passing* : 4,78

Loose density : 1,51 (ton/m<sup>3</sup>)

Kapasitas bucket : 12 m<sup>3</sup>

$$Vn = \left( \frac{\text{rata-rata payload}}{\text{density loose}} \right) \times \frac{1}{\text{rata-rata passing}}$$

$$Vn = \left( \frac{87,05}{1,51} \right) \times \frac{1}{4,78} = 12,06 \text{ m}^3$$

$$K = \frac{Vn}{Vt} \times 100,42\%$$

$$K = \frac{12,06}{12} \times 100,42\% = 100,42 \%$$

### 4.2.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan yang didasarkan pada perbandingan antara waktu yang digunakan untuk melakukan pekerjaan dengan waktu yang tersedia<sup>[9]</sup>. Perhitungan efisiensi kerja yaitu sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{Waktu bekerja}}{\text{Waktu tersedia}} \times 100\% \quad (3)$$

Diketahui:

Waktu bekerja : 2435,09 detik

Waktu terbuang : 1236,6 detik

Waktu tersedia : 3671,69 detik

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{2435,09}{3671,69} \times 100,42\% = 66,3\%$$

### 4.2.3 Ketersediaan Alat

Dengan diketahuinya jam kerja dari *excavator*, maka dapat diukur ketersediaan dari *excavator* yang digunakan dalam menggali material. Ketersediaan alat berpengaruh langsung terhadap kinerja serta produktivitas dari *excavator* yang diamati<sup>[10]</sup>. Waktu kerja alat aktual *excavator* merupakan data sekunder dari Departemen Engineering PT. Mandala Karya Prima yang diambil pada minggu pertama bulan Maret 2018. Berdasarkan

data sekunder tersebut, maka ketersediaan alat *excavator* yang diamati diantaranya meliputi :

a. *Physically Availability*

*Physically availability* merupakan parameter yang menunjukkan keadaan fisik peralatan yang digunakan. Perhitungan *physically availability* menggunakan persamaan (vi) sebagai berikut:

$$PA = \frac{W+S}{W+S+R} \times 100\% \quad (4)$$

$$PA = \frac{91 + 63}{91 + 63 + 2} \times 100\% = 99\%$$

b. *Use of Availability*

*Use of availability* merupakan parameter yang menunjukkan waktu efektif peralatan yang dapat digunakan untuk beroperasi dalam kondisi tidak rusak. Perhitungan *use of availability* menggunakan persamaan (vii) sebagai berikut :

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

$$UA = \frac{91}{91+63} \times 100\% = 59\%$$

c. *Mechanical Availability*

*Mechanical Availability* merupakan suatu keadaan atau kondisi mekanik yang sesungguhnya dari *excavator* yang sedang digunakan. Perhitungan *mechanical availability* menggunakan persamaan (viii) sebagai berikut :

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (6)$$

$$MA = \frac{91}{91 + 2} \times 100\% = 98\%$$

d. *Effective Utilization*

*Effective Utilization* menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif (efisiensi kerja). Perhitungan *effective utilization* menggunakan persamaan (ix) sebagai berikut :

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \quad (7)$$

$$EU = \frac{91}{91+63+2} \times 100\% = 58\%$$

#### 4.2.4 Digging Rate (DR)

*Digging rate* menunjukkan produktivitas dari sebuah *excavator* berdasarkan *cycle time excavator* pada saat menggali material<sup>[11]</sup>. Sehingga dapat dikatakan *digging rate* merupakan nilai produktivitas yang didapat oleh sebuah *excavator* tanpa adanya koreksi terhadap efisiensi kerja *excavator* dibandingkan dengan waktu operasi alat. Dengan menggunakan persamaan (xi) didapatkan nilai *digging rate excavator* sebagai berikut:

$$DR = \left( \frac{3600}{Ctm} \right) \times (K \times q \times Sf) \quad (8)$$

a. Material *Clay Wet*

$$DR = \left( \frac{3600}{38,63} \right) \times (91,93\% \times 12 \times 79\%) = 812,16 \text{ lcm/jam}$$

b. Material *Sandstone*

$$DR = \left( \frac{3600}{31,64} \right) \times (100,42\% \times 12 \times 60\%) = 822,65 \text{ lcm/jam}$$

#### 4.2.5 Instantaneous Digging Rate (IDR)

*Instantaneous Digging Rate* merupakan suatu jumlah produksi yang dihasilkan oleh sebuah *excavator* yang dibandingkan dengan waktu *spotting* truk pada saat akan melakukan pemuatan. Dalam perhitungan *Instantaneous Digging Rate* digunakan jumlah pemuatan sebanyak empat kali lalu dengan adanya pengurangan nilai *bucket fill factor* dicoba skenario jumlah pemuatan sebanyak lima kali. Dengan menggunakan persamaan (xii), didapatkan nilai *Instantaneous Digging Rate* sebagai berikut:

$$IDR = \left( \frac{3600}{spotting+(n \times Ctm)} \right) \times (K \times q \times Sf \times n) \quad (9)$$

a. Material *Clay Wet*

$$IDR = \left( \frac{3600}{15,94+(4 \times 38,63)} \right) \times (4 \times 91,93\% \times 12 \times 79\%) = 736,21 \text{ lcm/jam}$$

b. Material *Sandstone*

$$IDR = \left( \frac{3600}{17,76+(5 \times 31,64)} \right) \times (5 \times 100,42\% \times 12 \times 60\%) = 739,62 \text{ lcm/jam}$$

#### 4.2.6 Produktivitas

Produktivitas merupakan suatu ukuran dalam menganalisis kinerja suatu *excavator* yang bekerja<sup>[12]</sup>. Produktivitas alat gali-muat dapat diketahui dengan melakukan perhitungan dari data-data pendukung yang telah diperoleh sebelumnya. Perhitungan produktivitas secara teoritis menggunakan persamaan (xiv) yaitu sebagai berikut :

$$Q = q_1 \times \frac{3600}{ctm} \times K \times Eff \times Sf \quad (10)$$

a. Diketahui untuk material *clay wet*:

$$Ctm = 38,63 \text{ detik}$$

$$K = 91,93 \%$$

$$Eff = 68,52\%$$

$$Sf = 0,79$$

$$Q = 12 \text{ m}^3 \times \frac{3600 \text{ s}}{38,63 \text{ s}} \times 91,93\% \times 68,52\% \times 0,79 = 556,49 \text{ lcm/jam}$$

b. Diketahui untuk material *sandstone*

$$Ctm = 31,64 \text{ detik}$$

$$K = 100,42\%$$

$$Eff = 67,02\%$$

$$Sf = 60\%$$

$$Q = 12 \text{ m}^3 \times \frac{3600 \text{ s}}{31,64 \text{ s}} \times 100,42\% \times 67,02\% \times 0,6 = 551,34 \text{ lcm/jam}$$

### 4.3 Analisis dan Pembahasan

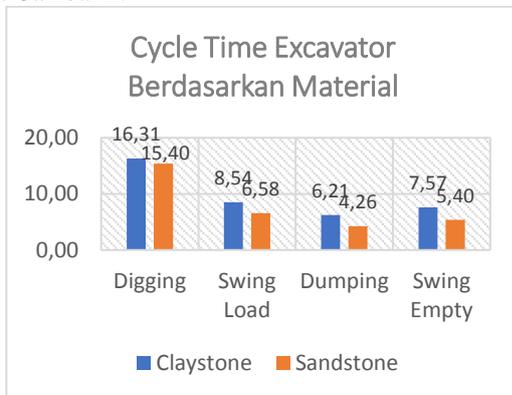
#### 4.3.1 Analisis Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Excavator

##### a. Bucket Fill Factor

Pemuatan yang tidak penuh dapat menyebabkan penambahan *passsing* dalam siklus pengisian material ke *dumptruck* yang secara tidak langsung menambah waktu edar alat gali-muat. Selama pengamatan di lapangan, *Passing* pernah mencapai 5 sampai 7 kali dalam sekali siklus pemuatan ke *dumptruck*. Kemampuan operator berperan penting dalam pengisian *bucket* agar pengisian *bucket* dapat semaksimal mungkin<sup>[13]</sup>.

##### b. Material

Faktor selanjutnya yang diperhatikan adalah faktor material. Pada saat pengamatan, seluruh material yang digali oleh *excavator Hitachi EX1900-6* dengan nomor lambung 229 dimasukkan kedalam kriteria *overburden*. Namun dalam pengamatan, tidak semua *overburden* merupakan jenis yang sama. Dalam pengamatan terlihat ada dua material *overburden* yaitu *clay wet* dan *sandstone*. Secara umum dapat dilihat *cycle time excavator* saat menghadapi material-material tersebut pada Gambar 2.



Gambar 2. Cycle Time Excavator Berdasarkan Material

*Digging* pada material *Clay Wet* memerlukan waktu yang cukup lama karena kondisi material yang lengket dan padat sehingga berdasarkan pengamatan dibutuhkan waktu untuk *digging* sebesar 16,31 detik, waktu untuk *swing loaded* sebesar 8,54 detik, waktu untuk *dumping* sebesar 6,21 detik, dan waktu untuk *swing empty* sebesar 7,57 detik sehingga total waktu edar yaitu 38,63 detik.

Sedangkan untuk material *sandstone* waktu edar yang dibutuhkan lebih cepat dibandingkan dengan material *clay wet* dengan waktu untuk *digging* sebesar 15,4 detik, waktu untuk *swing loaded* sebesar 6,58 detik, waktu untuk *dumping* sebesar 4,26 detik, dan waktu untuk *swing empty* sebesar 5,4 detik sehingga total waktu edar yang dibutuhkan untuk material *sandstone* sebesar 31,64 detik.

Material *clay wet* merupakan material lebih keras daripada material *sandstone*. Material *clay wet* juga bertekstur lengket sehingga waktu yang dibutuhkan untuk *dumping* lebih lama dan operator memerlukan waktu lebih untuk *swing empty* karena operator harus

lebih hati-hati dan mempertimbangkan material mana yang akan digali karena dudukan *excavator* yang lunak dan rawan.

##### c. Metode Pemuatan

Penggunaan metode pemuatan berpengaruh pada *cycle time excavator*, sehingga berpengaruh pula pada produktivitas dari *excavator* yang digunakan dalam menggali material<sup>[14]</sup>. Perbedaan *cycle time* berdasarkan metode pemuatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Cycle Time Berdasarkan Metode Pemuatan

Metode Pemuatan (second)		
Top Loading	Bottom Loading	Double Bench Loading
31,97	33,14	37,63

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa penggunaan metode pemuatan *double bench loading* lebih besar dibandingkan dengan metode pemuatan *bottom loading* dan *top loading*. Hal ini dikarenakan oleh *excavator* harus membuat sudut *swing* menjadi 180° sehingga waktu untuk *swing loaded* dan *swing empty* menjadi lebih lama dibandingkan dengan metode pemuatan lainnya. Pemilihan metode pemuatan disesuaikan dengan kondisi lokasi kerja (*front loading*). Walaupun metode pemuatan *double bench loading* kurang efisien tetapi ada suatu kondisi yang membutuhkan penggunaan metode tersebut dalam penggunaannya. Begitu pula dengan metode *bottom loading*, pada saat penggunaan metode ini *excavator* harus mengeluarkan tenaga dan waktu yang lebih besar harus mengeluarkan tenaga dan waktu yang lebih besar dalam mengangkat *bucket* sekaligus menyesuaikan dengan posisi *dumptruck*. Metode yang paling efisien dalam pengerjaannya adalah metode pemuatan *top loading*.

##### d. Kondisi Excavator

Pada saat melakukan kegiatan pengupasan *overburden*, *excavator* tidak mungkin dapat bekerja secara maksimal dalam menggunakan spesifikasi yang terpasang didalamnya<sup>[15]</sup>. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yang berasal dari dalam maupun dari luar. Untuk mempermudah dalam menganalisis suatu kinerja serta kemampuan *excavator* digunakanlah istilah efisiensi kerja yang menyatakan seberapa efektif kinerja ataupun kemampuan *excavator* tersebut dalam melakukan pekerjaan.

Dalam menghitung efisiensi kerja dari sebuah *excavator* digunakanlah waktu kerja *excavator* (*working hours*), waktu menunggu (*standby hours*), dan waktu perbaikan (*repair hours*). Data tersebut merupakan data sekunder pada bulan Maret 2018 saat pengambilan data yang didapatkan dari *Departement Engineering PT. Mandala Karya Prima*. Data-data tersebut diolah kemudian didapatkan faktor-faktor efisiensi kerja seperti *physical availability*, *mechanical availability*, *use of availability*, serta *effective utilization* yang merupakan ukuran kemampuan kinerja dari *excavator* yang dapat dianalisis untuk mendapatkan kemampuan dari sebuah *excavator*.

Berdasarkan perhitungan, catatan fisik aktual *excavator* dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Catatan Fisik Aktual *Excavator*

Excavator	UA	PA	MA	EU
Hitachi EX1900-6	59%	99%	98%	58%

Dari Tabel 6 terlihat bahwa kondisi mekanik alat dalam keadaan baik yang diperlihatkan dari nilai PA dan MA diatas *excavator* diatas 80%. Sedangkan nilai UA dan EU sangat kecil disebabkan oleh waktu *stand by* yang banyak padahal ketersediaan fisik dan mekanik alat terbilang bagus. Hal ini dikarenakan masalah-masalah seperti operator atau karena keadaan yang tidak dapat dihindari seperti hujan. Hal ini menunjukkan keefektifan dari *excavator* sangat kecil.

e. Lokasi Kerja

Jika ketinggian *bench* terlalu rendah akan menyebabkan material cepat habis sehingga *excavator* sering berpindah yang memperbesar pemakaian mesin sehingga membuat bahan bakar menjadi boros sedangkan masalah yang timbul jika *bench* terlalu tinggi yaitu makin jauhnya jangkauan ke truk, tidak terjangkau lantai *bench* dan menyisakan material pada lantai *bench* sehingga harus selalu dibutuhkannya *dozer* untuk pemeliharaan lantai *front loading* untuk *spotting time dumpertruck*<sup>[16]</sup>.

Kondisi *front loading* pada saat pengamatanyang sangat bervariasi yang juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Kondisi *front loading* setelah hujan menyebabkan *front loading* menjadi bergelombang, berair dan licin. Kondisi seperti ini membuat waktu *delay* bertambah banyak karena dibutuhkan waktu untuk memperbaiki *front loading* agar *dumpertruck* tidak amblas di *front loading*. Karena daerah material yang dihadapi adalah *clay wet* menyebabkan pijakan *excavator* tidak stabil sehingga membuat *excavator* sering merapikan pijakan. Bahkan saat dilakukan pengamatan di lapangan, kondisi pijakan yang memburuk mengakibatkan *excavator* merapikan pijakan saat sedang memuat alat angkut dan menyebabkan kehilangan waktu efektif sehingga menurunkan produktivitas.

f. Operator Skill.

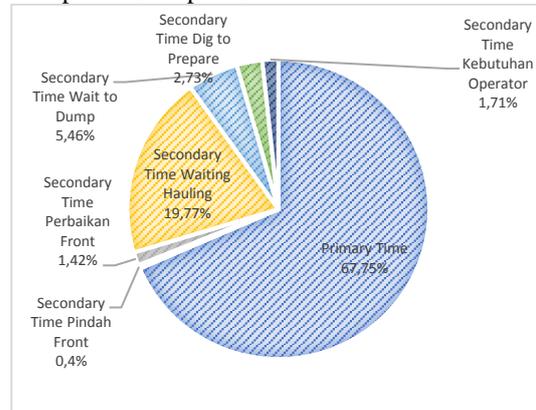
Faktor operator merupakan faktor terpenting dan tidak dapat dipisahkan dari produktivitas *excavator*. Namun sulit untuk menentukan nilai pasti dari operator *skill* dikarenakan akan selalu berubah-ubah tiap harinya. Hal ini pula yang menyebabkan nilai produktivitas *excavator* bersifat tidak kontinyu. Menurut *Komatsu Handbook*, jika seorang operator menggunakan waktu sebanyak 50 menit dari 60 menit waktu yang tersedia ( $eff=83\%$ ) maka operator tersebut memiliki efisiensi yang baik (*good*)<sup>[17]</sup>. Efisiensi operator dipengaruhi oleh faktor baik dalam maupun luar seperti keadaan cuaca, kondisi fisik dan kondisi lingkungan kerja.

g. Efisiensi Kerja

Dari hasil pengamatan pada unit *excavator* Hitachi EX1900-6di lapangan, terdapat dua pembagian dari efisiensi kerya yaitu *primary time* dan *secondary time*. *Primary time* merupakan waktu efektif yang dipakai untuk bekerja dalam penggalian, sedangkan *secondary*

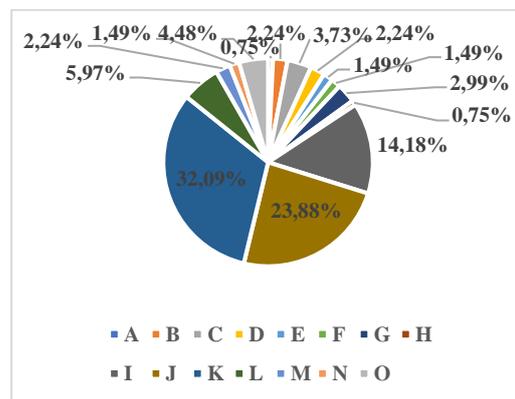
*time* merupakan waktu dimana *excavator* sedang tidak bekerja<sup>[18]</sup>.

Efisiensi kerja pada tanggal 11 Maret mempunyai *primary time* sebesar 82,73% dan *secondary time* sebesar 17,27% yang berarti dalam waktu 60 menit, waktu terbuang sekitar 10,36 menit . Sedangkan pada tanggal 8 Maret *primary time* sebesar 55,52% dan *secondary time* sebesar 44,48% yang berarti dalam waktu 60 menit waktu terbuang sebanyak 26,68 menit. Gambar 3 menunjukkan rata-rata persentase *primary time* dan *secondary time*. Dengan mengetahui hal-hal tersebut diharapkan dapat memberikan upaya terbaik dalam mencapai sasaran produksi.



**Gambar 3.** Persentase Rata-Rata *Primary Time* dan *Secondary Time*

Berdasarkan pengamatan di lapangan, masalah-masalah yang menghambat pencapaian produktivitas (*problem productivity*) dan frekuensinya dapat dilihat pada Gambar 4. Dengan mengetahui hal tersebut diharapkan dapat mengurangi *problem productivity* yang ada sehingga dapat meningkatkan produktivitas



**Gambar 4.** Diagram *Problem Productivity*

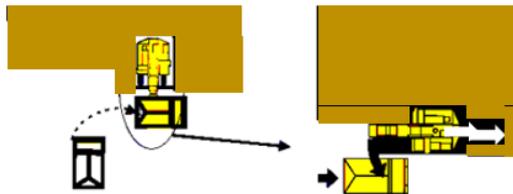
4.3.2 Analisis Peningkatan Produktivitas *Excavator*.

Berdasarkan hasil analisis dari faktor yang mempengaruhi produktivitas, maka beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas *excavator* yang disesuaikan dengan kondisi *front loading* saat pengamatan akan diuraikan sebagai berikut :

a. Metode Pemuatan.

Selama pengamatan, metode pemuatan yang digunakan adalah metode *frontal cut* dikarenakan pertimbangan luas *front loading* serta kemampuan operator. Metode

pemuatan yang disarankan untuk meningkatkan produktivitas adalah metode *drive by*. Gambar 5 menunjukkan simulasi Metode Pemuatan *Drive By*.



**Gambar 5.** Metode Pemuatan *Drive By*

Keuntungan dari metode *drive by* yaitu :

- 1) Tidak memerlukan waktu yang lama dalam menunggu *spotting time* dari *dumptruck* sampai siap untuk dimuat.
- 2) Mengurangi waktu *delay* untuk *excavator* karena menunggu *dumptruck* melakukan *spotting*.

Disimulasikan bahwa dengan menggunakan metode *with drive by* waktu *spotting dumptruck* menjadi setengah dari waktu *spotting* seperti saat melakukan metode *spotting* yang biasa dilakukan. Perhitungan peningkatan produktivitas dengan metode pemuatan *Drive By* menggunakan rumus *Instantaneous Digging Rate* sebagai pembandingan, kemudian nilai IDR tersebut dikalikan dengan *usage* / persen penggunaan *excavator*. IDR dihitung menggunakan persamaan (9).

$$IDR = \left( \frac{3600}{6 + (4 \times 38,63)} \right) \times (91,93\% \times 12 \times 79\% \times 4) = 781,8 \text{ lcm/jam}$$

Perhitungan IDR pada material *sandstone* :

$$IDR = \left( \frac{3600}{6 + (5 \times 31,64)} \right) \times (100,42\% \times 12 \times 60\% \times 5) = 792,59 \text{ lcm/jam}$$

Berikut pada Tabel 7 dan Tabel 8 adalah peningkatan nilai IDR dan nilai produktivitas setelah mengubah metode *spotting* menjadi *parallel cut with drive by*.

**Tabel 7.** Peningkatan *IDR* memakai Pola Pemuatan *Drive By*

Material	Metode Pemuatan	Spotting Time (s)	Cycle Time (s)	IDR (lcm/jam)	Peningkatan
Clay Wet	Turn and Back	15,94	38,63	736,21	5,83%
	Drive By	6	38,63	781,805	
Sandstone	Turn and Back	17,76	31,64	739,62	6,69%
	Drive By	6	31,64	792,59	

Nilai *usage* dan banyaknya truk (Nt) didapatkan dari penelitian sebelumnya yang memiliki sifat pekerjaan yang kira-kira serupa. Maka perhitungan produktivitas adalah:

Untuk material *clay wet*  
 $Produktivitas = usage \times IDR$   
 $Produktivitas = 86\% \times 781,8 \text{ lcm/jam}$   
 $= 672,34 \text{ lcm/jam}$   
 Peningkatan untuk material *clay wet* adalah :  
 $Q = 672,34 - 633,14 = 39,2 \text{ lcm/jam}$

Untuk material *sandstone*

$$Produktivitas = usage \times IDR$$

$$Produktivitas = 86\% \times 782,13 \text{ lcm/jam}$$

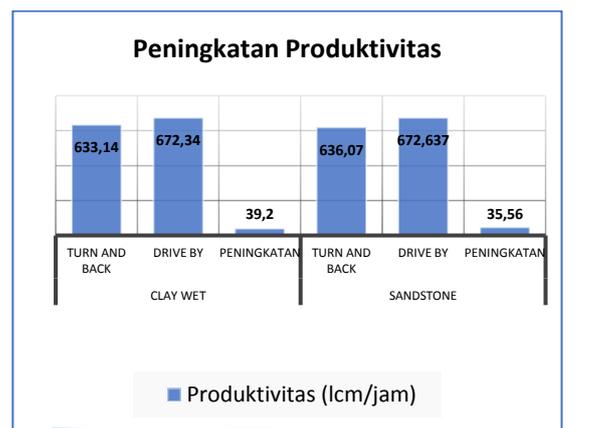
$$= 672,63 \text{ lcm/jam}$$

Peningkatan untuk material *sandstone* adalah :

$$Q = 672,63 - 636,07 = 35,36 \text{ lcm/jam}$$

**Tabel 8.** Peningkatan Produktivitas dengan Pola *Drive By*

Material	Metode Pemuatan	Produktivitas (lcm/jam)	Peningkatan (lcm/jam)
Clay Wet	Turn and Back	633,14	39,2
	Drive By	672,34	
Sandstone	Turn and Back	636,07	35,56
	Drive By	672,637	



**Gambar 6.** Grafik Peningkatan Produktivitas dengan Pola *Drive By*

Terlihat pada Tabel 8 dan Gambar 6 nilai dari produktivitas meningkat untuk material *clay wet* sebesar 39,2 lcm/jam sedangkan material *sandstone* sebesar 35,56 lcm/jam pada saat menggunakan metode pemuatan *drive by*. Dengan hasil seperti ini, penggunaan metode pemuatan *drive by* sangat perlu dipertimbangkan. Namun ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan jika memilih metode ini seperti :

- 1) Sangat memungkinkan jika *excavator* menggunakan metode pemuatan *top loading*. Jika *excavator* menggunakan metode pemuatan *bottom loading* akan semakin tinggi tingkat kesulitannya karena jarak antara *excavator* dan *dumptruck* sangat dekat.
- 2) Diperlukan operator dengan kemampuan dan pengalaman yang baik untuk operator *dumptruck* maupun operator *excavator* untuk menghindari bahayanya karena metode pemuatan *drive by* memiliki potensi bahaya yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode pemuatan seperti biasanya.

b. *Spotting Time*  
*Spotting time* yang dilakukan oleh operator pada saat pengamatan di lapangan yaitu waktu untuk bermanuver dan waktu untuk gerakan mundur (*backward*).

Jika pada posisi antrian dapat dicoba dengan mengeliminasi waktu untuk bermanuver *dumptruck*

dengan cara *dumptruck* sudah dalam posisi siap untuk gerakan mundur sehingga pada saat *dumptruck* yang sebelumnya sudah selesai dimuat dan akan meninggalkan areal *front loading* maka *dumptruck* setelahnya hanya tinggal melakukan gerakan mundur (*backward*) sehingga dapat mengurangi waktu untuk manuver. Tetapi pada saat melakukan pengamatan di lapangan, *dumptruck* terlihat mengantri dan melakukan gerakan manuver dan *backward* setelah *dumptruck* yang sebelumnya selesai dimuat. Peningkatan produktivitas dengan cara mengurangi waktu untuk bermanuver dapat dilihat pada

Perhitungan peningkatan produktivitas dengan metode *spotting without manuver* menggunakan rumus *Instantaneous Digging Rate* sebagai pembanding, kemudian nilai IDR tersebut dikalikan dengan *usage*. IDR dihitung menggunakan rumus (xii).

Perhitungan IDR pada material *clay wet*:

$$IDR = \left( \frac{3600}{7 + (4 \times 38,63)} \right) \times (91,93\% \times 12 \times 79\% \times 4)$$

$$= 776,96 \text{ lcm/jam}$$

Perhitungan IDR pada material *sandstone* :

$$IDR = \left( \frac{3600}{8 + (5 \times 31,64)} \right) \times (100,42\% \times 12 \times 60\% \times 5)$$

$$= 783,05 \text{ cm/jam}$$

Berikut pada Tabel 9 dan Tabel 10 adalah peningkatan nilai IDR dan nilai produktivitas dengan cara mengurangi waktu untuk bermanuver.

**Tabel 9.** Peningkatan *IDR* setelah Mengurangi Waktu Manuver

Material	Metode Pemuatan	Spotting Time (s)	Cycle Time (s)	IDR (lcm/jam)	Peningkatan
Clay Wet	Wm	15,94	38,63	736,21	5,24%
	Wtm	7	38,63	776,96	
Sandstone	Wm	17,76	31,64	739,62	5,54%
	Wtm	8	31,64	783,05	

Untuk material *clay wet*

$$\text{Produktivitas} = \text{usage} \times \text{IDR}$$

$$\text{Produktivitas} = 86\% \times 776,96 \text{ lcm/jam}$$

$$= 665,18 \text{ lcm/jam}$$

Peningkatan untuk material *clay wet* adalah

$$Q = 665,18 - 633,14 = 32,04 \text{ lcm/jam}$$

Untuk material *sandstone*

$$\text{Produktivitas} = \text{usage} \times \text{IDR}$$

$$\text{Produktivitas} = 86\% \times 783,05 \text{ lcm/jam}$$

$$= 673,423 \text{ lcm/jam}$$

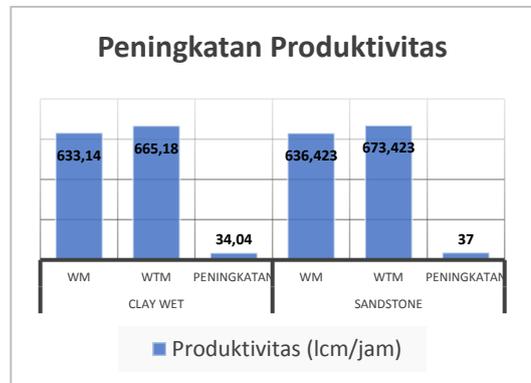
Peningkatan untuk material *sandstone* adalah

$$Q = 673,423 - 636,423 = 37 \text{ lcm/jam}$$

**Tabel 10.** Peningkatan Produktivitas setelah Mengurangi Waktu Manuver

Material	Metode Pemuatan	Produktivitas (lcm/jam)	Peningkatan (lcm/jam)
Clay Wet	Wm	633,14	34,04
	Wtm	665,18	
Sandstone	Wm	636,423	37
	Wtm	673,423	

\*Wm : With Manuver  
Wtm : Without Manuver



**Gambar 7.** Grafik Peningkatan Produktivitas Mengurangi Waktu Manuver

Terlihat pada Tabel 10 dan Gambar 7 bahwa rata-rata produktivitas untuk material *clay wet* meningkat menjadi 34,04 lcm/jam dan material *sandstone* meningkat menjadi 37 lcm/jam setelah menggunakan metode *spotting* tanpa manuver. Cara ini adalah salah satu pilihan untuk meningkatkan produktivitas jika metode *parallel cut with drive by* tidak bisa dilaksanakan.

c. Manajemen Kerja Peralatan.

Pada pengamatan yang dilakukan, seringkali *excavator* mengalami *delay* seperti memperbaiki pijakan, pindah *front loading*, atau menunggu *bulldozer* memperbaiki *front loading* yang bergelombang, licin dan berair tempat *dumptruck* untuk *spotting*. Hal ini sangat mengurangi waktu efektif yang dapat digunakan oleh *excavator* dalam bekerja sehingga manajemen peralatan yang baik perlu dilaksanakan untuk meminimalisir hal ini terjadi. Manajemen peralatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi waktu *delay* antara lain :

- 1) Pada *excavator* : hindari kegiatan perbaikan *front loading* pada saat melakukan kegiatan pemuatan, karena berdasarkan pengamatan sering terjadi *excavator* melakukan perbaikan pijakan saat sedang melakukan kegiatan pemuatan sehingga dapat mengurangi efektivitas kerja dari *excavator* maupun *dumptruck* karena bertambahnya waktu *delay*. Untuk menghindari hal tersebut, lakukan perbaikan pijakan di awal waktu saat *dumptruck* datang ke *front loading* dan dapat dibantu dengan *bulldozer* untuk mempersiapkan material keras agar *excavator* tidak lagi memilih-milih material.
- 2) Pada *bulldozer* : Pada saat *excavator* mengalami *delay* karena sedang menunggu *dumptruck*, maka *bulldozer* dapat melakukan kegiatan perbaikan *front loading* khususnya pada area *spotting dumptruck* sehingga meminimalisir waktu *delay* yang terjadi

oleh kegiatan perbaikan *front loading*. Jika *excavator* sedang sibuk memuat *dumptruck*, maka peran *bulldozer* yaitu mempersiapkan material yang bagus untuk pijakan *excavator*.

Manajemen peralatan dapat meningkatkan persentase waktu kerja. Peningkatan produktivitas dihitung menggunakan persamaan (10). Perhitungan peningkatan produktivitas dengan melakukan manajemen peralatan adalah :

Pada material *clay wet*

Produktivitas sebelum melakukan manajemen peralatan :

$$Q = 12 \times \frac{3600}{38,63} \times 68,52\% \times 79\% \times 91,93\% \\ = 556,49 \text{ lcm/jam}$$

Produktivitas setelah melakukan manajemen peralatan:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{38,63} \times 73,60\% \times 79\% \times 91,93\% \\ = 597,74 \text{ lcm/jam}$$

$$\text{Peningkatan produktivitas : } 597,49 - 556,49 \\ = 41,25 \text{ lcm/jam}$$

Pada material *sandstone*

Produktivitas sebelum melakukan manajemen peralatan:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{31,64} \times 67,02\% \times 60\% \times 100,42\% \\ = 551,34 \text{ lcm/jam}$$

Produktivitas setelah melakukan manajemen peralatan :

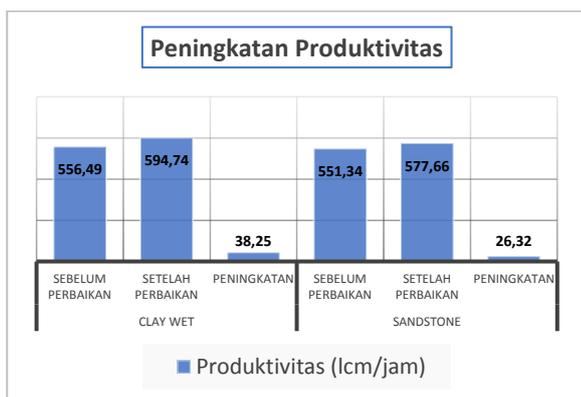
$$Q = 12 \times \frac{3600}{31,64} \times 70,22\% \times 60\% \times 100,42\% \\ = 577,66 \text{ lcm/jam}$$

$$\text{Peningkatan produktivitas : } 577,66 - 551,34 \\ = 26,32 \text{ lcm/jam}$$

Peningkatan produktivitas dengan cara mengurangi waktu untuk memperbaiki pijakan dan perbaikan *front* dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Peningkatan setelah Manajemen Peralatan

Material	Kondisi	Cycle Time (second)	Efisiensi Kerja (%)	Produktivitas (lcm/jam)	Peningkatan (lcm/jam)
Clay Wet	Sebelum Perbaikan	38,63	68,52%	556,49	38,25
	Setelah Perbaikan	38,63	73,60%	594,74	
Sandstone	Sebelum Perbaikan	31,64	67,02%	551,34	26,32
	Setelah Perbaikan	31,64	70,22%	577,66	



**Gambar 8.** Grafik Peningkatan setelah Manajemen Peralatan

#### d. Kondisi *Face/Bench*

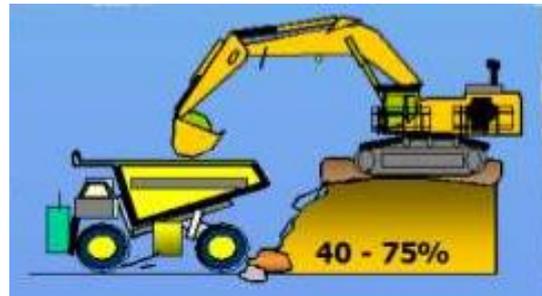
Kondisi dari *face/bench* juga bisa mempengaruhi produktivitas *excavator*. Agar mendapatkan hasil galian yang maksimal, tinggi *bench* pijakan yang optimum yaitu antara 40% -75% dari kedalaman maksimum yang dapat dijangkau oleh *excavator*. Jika tinggi *face* terhadap material yang akan digali tidak memiliki tinggi yang mencukupi, akan sulit untuk mengisi *bucket* sampai penuh dalam satu kali *passing*. Secara tidak langsung operator akan menambah jumlah *passing* yang menyebabkan *cycle time* bertambah besar. Salah satu studi menemukan bahwa total dari *cycle time* dapat dihemat 12,6 % jika proses gali-muat dilakukan dari atas jenjang dibandingkan dengan dilakukan pada level yang sama dengan *hauler*<sup>[19]</sup>. Tinggi *face/bench* yang optimum dapat dilihat pada Gambar 9. Sedangkan pada Gambar 10 dan Gambar 11 merupakan ilustrasi tinggi *face/bench* yang tidak disarankan.

Maksimal kedalaman penggalian adalah 8,18 meter, maka:

$$\text{Tinggi Bench : } \frac{40}{100} \times 8,18 \text{ m} = 3,272 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Bench} = \frac{75}{100} \times 8,18 \text{ m} = 6,135 \text{ m}$$

Tinggi *Bench* yang direkomendasikan yaitu antara 3,272 meter sampai 6,135 meter. Dalam hal ini, pengawas dan operator harus terus berkoordinasi agar mendapatkan tinggi *bench* yang baik dan aman.



(Anonim, 2018)

**Gambar 9.** Tinggi *face/bench* yang Optimal



(Anonim, 2018)

**Gambar 10.** Tinggi *Bench* 40% di Bawah Jangkauan *Excavator*.



(Anonim, 2018)

**Gambar 11.** Tinggi Bench 75% di Atas Jangkauan Excavator

e. Mengoptimalkan Kerja *Dumptruck*.

Pada saat pengamatan di lapangan, terlihat bahwa *excavator* sering menunggu *hauler* datang ke *front loading*. Untuk menanggulangi masalah tersebut, pilihan dengan cara pengoptimalan kerja *dumptruck* harus dilakukan. Pengoptimalan kerja *dumptruck* dapat membuat *excavator* terus bekerja secara kontinyu. Karena saat perencanaan alat oleh *mine planner*, keserasian alat angkut dan alat gali-muat sudah diperhitungkan berdasarkan jarak dan target produksi. Tetapi kenyataan di lapangan, masalah *excavator* menunggu *dumptruck* di *front loading* sering terjadi.

Maka dari itu perlu dilakukannya analisis serta perbaikan terhadap hambatan yang terjadi pada *dumptruck* baik dari segi mekanik *dumptruck* maupun segi teknis kondisi di lapangan seperti di jalan, *front*, maupun disposal untuk meminimalkan terjadinya kegiatan *excavator* menunggu *dumptruck* tiba di *front loading*.

Optimalisasi *dumptruck* dapat meningkatkan persentase waktu kerja. Peningkatan produktivitas dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 12. Peningkatan produktivitas dihitung menggunakan rumus (xiv). Perhitungan peningkatan produktivitas dengan melakukan manajemen peralatan adalah :

Pada material *clay wet*

Produktivitas sebelum melakukan optimalisasi *dumptruck* :

$$Q = 12 \times \frac{3600}{38,63} \times 68,52\% \times 79\% \times 91,93\% = 556,49 \text{ lcm/jam}$$

Produktivitas setelah melakukan optimalisasi *dumptruck*:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{38,63} \times 85,42\% \times 79\% \times 91,93\% = 693,74 \text{ lcm/jam}$$

Peningkatan produktivitas:  $693,74 - 556,49 = 137,25 \text{ lcm/jam}$

Pada material *sandstone*

Produktivitas sebelum melakukan optimalisasi *dumptruck*:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{31,64} \times 67,02\% \times 60\% \times 100,42\% = 551,34 \text{ lcm/jam}$$

Produktivitas setelah melakukan optimalisasi *dumptruck*:

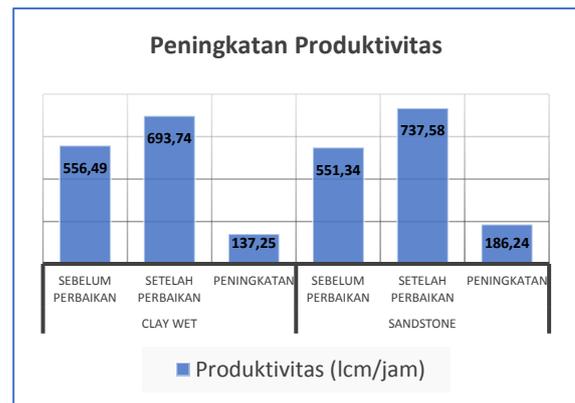
$$Q = 12 \times \frac{3600}{31,64} \times 89,66\% \times 60\% \times 100,42\%$$

$$= 737,58 \text{ lcm/jam}$$

Peningkatan produktivitas:  $737,58 - 551,34 = 186,24 \text{ lcm/jam}$

**Tabel 12.** Peningkatan setelah Pengoptimalan *Dumptruck*

Material	Kondisi	Cycle Time (second)	Efisiensi Kerja (%)	Produktivitas (lcm/jam)	Peningkatan (lcm/jam)
Clay Wet	Sebelum Perbaikan	38,63	68,52%	556,49	137,25
	Setelah Perbaikan	38,63	85,42%	693,74	
Sandstone	Sebelum Perbaikan	31,64	67,02%	551,34	186,24
	Setelah Perbaikan	31,64	89,66%	737,58	



**Gambar 12.** Grafik Peningkatan setelah Pengoptimalan *Dumptruck*

f. *Operator Skill*

Faktor operator merupakan faktor yang sangat penting terhadap produktivitas *excavator*. Kemampuan operator dalam menggali dan memuat material dapat menentukan waktu edar dari alat gali-muat, Maka dari itu sangat diperlukan manajemen untuk *skill* pada operator. Manajemen kemampuan pada operator yang dapat dilakukan antara lain:

- 1) Pada pola penggalian: untuk meminimalkan *cycle time*, operator harus mengetahui pola penggalian yang dapat mengurangi waktu edar. Pada Gambar 13 diperlihatkan pola penggalian yang dapat mengurangi waktu edar *excavator*. Dengan pola seperti itu, waktu untuk *swing loaded* dan *swing empty* makin bertambah kecil karena tidak membutuhkan sudut putar *swing* yang besar. Pelatihan/*training* untuk operator sangat perlu dilakukan agar dapat mengoptimalkan produktivitas yang dihasilkan.



**Gambar 13.** Rekomendasi Pola Penggalian

Setelah dilakukan pola penggalian seperti pada Gambar 13, maka akan terjadi pengurangan waktu edar/*cycle time* untuk setiap *passing* sehingga dapat meningkatkan produktivitas *excavator*. Perhitungan *cycle time* dilakukan dengan cara membandingkan dengan sudut 90°. Contoh perhitungan waktu *swing* pada material *clay wet*

$$\text{Loaded } 67,5^\circ = \frac{67,5}{90} \times 8,54 = 6,41 \text{ s}$$

$$\text{Loaded } 45^\circ = \frac{45}{90} \times 38,63 = 6,27 \text{ s}$$

$$\text{Loaded } 22,5^\circ = \frac{22,5}{90} \times 38,63 = 2,14 \text{ s}$$

Setelah didapatkan *cycle time* 4 kali *passing* untuk satu kali ritase, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan nilai *cycle time* dalam satu kali ritase. Pengurangan waktu edar/*cycle time* dapat dilihat pada Tabel 14 dan peningkatan produktivitas dapat dilihat pada Tabel 15 dan Gambar 14.

**Tabel 14.** Pengurangan Waktu Edar

Material	Cycle Time (second)				Perbaikan (second)
	Sudut 90	Sudut 67,5	Sudut 45	Sudut 22,5	
Clay Wet	38,63	34,60	30,57	26,54	32,59
Sandstone	31,64	28,65	25,65	22,66	27,15

Pada material *clay wet*

Produktivitas sebelum merubah pola penggalian:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{38,63} \times 68,52\% \times 79\% \times 91,93\% = 556,49 \text{ lcm/jam}$$

Produktivitas setelah merubah pola penggalian:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{32,59} \times 68,52\% \times 79\% \times 91,93\% = 659,63 \text{ lcm/jam}$$

$$\text{Peningkatan produktivitas : } 659,63 - 556,49 = 103,14 \text{ lcm/jam}$$

Pada material *sandstone*

Produktivitas sebelum merubah pola penggalian:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{31,64} \times 67,02\% \times 60\% \times 100,42\% = 551,34 \text{ bcm/jam}$$

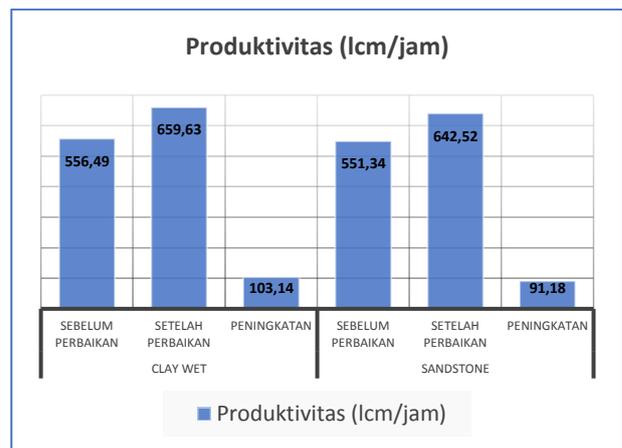
Produktivitas setelah merubah pola penggalian:

$$Q = 12 \times \frac{3600}{27,15} \times 67,02\% \times 60\% \times 100,42\% = 642,52 \text{ lcm/jam}$$

$$\text{Peningkatan produktivitas: } 642,52 - 551,34 = 91,18 \text{ lcm/jam}$$

**Tabel 15.** Peningkatan Produktivitas Setelah Merubah Pola Penggalian

Material	Kondisi	Cycle Time (second)	Efisiensi Kerja (%)	Produktivitas (lcm/jam)	Peningkatan (lcm/jam)
Clay Wet	Sebelum Perbaikan	38,63	68,52%	556,49	103,14
	Setelah Perbaikan	32,59	68,52%	659,63	
Sandstone	Sebelum Perbaikan	31,64	67,02%	551,34	91,18
	Setelah Perbaikan	27,15	67,02%	642,52	



**Gambar 14.** Grafik Peningkatan Produktivitas Setelah Merubah Pola Penggalian

- 2) Pada teknik penggalian : Untuk mendapatkan pengisian *bucket* yang maksimal, sudut *bucket* terhadap permukaan tanah yang efektif saat menggali yaitu berkisar dari 30°-60° kemudian beri gaya dorongan pada *bucket* kearah dalam untuk mendorong material masuk. Kemudian beri gaya dorong pada lengan *excavator* sambil sedikit mengangkat *boom excavator*. Lalu beri gaya dorong lagi pada *bucket* kearah atas untuk mengisi *bucket* dengan material. Setelah itu angkat *boom excavator* keatas untuk siap di *swing* kearah *vessel dumptruck*. Simulasi teknik penggalian dapat dilihat pada Gambar 15.



(Anonim, 2018)

**Gambar 15.** Teknik Penggalian

- 3) Pada *digging angle* : sudut antara *boom* dan lenganyang ideal adalah 90°. Sedangkan untuk sudut efektif lengan untuk bergerak yaitu antara 30° - 45°. Jika sudut saat sedang melakukan penggalian lebih dari 135°, hal ini dapat menyebabkan makin besarnya waktu edar dari alat gali-muat. Pergerakan sudut

yang ideal dapat mengurangi *cycle time* dan memaksimalkan pengisian *bucket*. Maka dari itu, sangat diperlukan pelatihan untuk operator secara berkala demi meningkatkan *skill* dari operator. *Digging angle* 90° dapat dilihat pada Gambar 16 sedangkan *digging angle* 135° dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 16..Digging Angle 90°



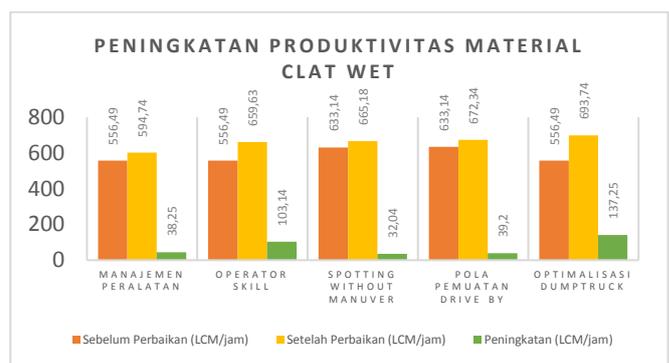
Gambar 17. Digging Angle 135°

#### 4.3.3 Peningkatan Produktivitas.

Jika rekomendasi yang telah dijabarkan diatas dilakukan, maka produktivitas akan meningkat. Tetapi tidak semua rekomendasi itu dapat diaplikasikan. Untuk mencapai target produktivitas yang ditentukan, maka masalah yang paling besar menyumbangkan kehilangan produktivitas harus menjadi prioritas dalam upaya perbaikannya. Kehilangan produktivitas akibat *secondary time* dapat diperbaiki dengan upaya-upaya yang dijabarkan diatas. Pada Tabel 16 dan Gambar 18 merupakan peningkatan produktivitas untuk material *Clay Wet*. Sedangkan pada Tabel 17 dan Gambar 19 merupakan peningkatan produktivitas untuk material *sandstone*.

Tabel 16. Peningkatan Produktivitas untuk Material *Clay Wet*

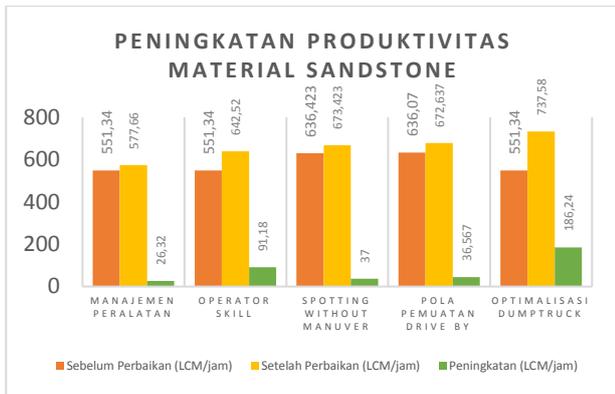
Perbaikan	Sebelum Perbaikan (lcm/jam)	Setelah Perbaikan (lcm/jam)	Peningkatan (lcm/jam)
Manajemen Peralatan	556,49	594,74	38,25
Operator Skill	556,49	659,63	103,14
Spotting Without Manuver	633,14	665,18	32,04
Pola Pemuatan Drive By	633,14	672,34	39,2
Optimalisasi Dumptruck	556,49	693,74	137,25



Gambar 18. Grafik Peningkatan Produktivitas untuk Material *Clay Wet*

Tabel 17. Peningkatan Produktivitas untuk Material *Sandstone*

Perbaikan	Sebelum Perbaikan (lcm/jam)	Setelah Perbaikan (lcm/jam)	Peningkatan (lcm/jam)
Manajemen Peralatan	551,34	577,6	26,32
Operator Skill	551,34	642,52	91,18
Spotting Without Manuver	634,423	673,423	37
Pola Pemuatan Drive By	636,07	672,637	36,567
Optimalisasi Dumptruck	551,34	737,58	186,24



**Gambar 19.** Grafik Peningkatan Produktivitas untuk Material Sandstone

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Produktivitas aktual alat gali-muat (*excavator*) Hitachi EX1900-6 yang digunakan untuk mengupas material *overburden* pada Pit B Rawa Selatan Sub Pit A5 yaitu sebesar 550,923 lcm/jam untuk material *clay wet* dan 555,604 lcm/jam untuk material *sandstone*.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat gali-muat (*excavator*) dalam pengupasan *overburden* pada Pit B Rawa Selatan Sub Pit A5 disebabkan oleh *cycle time*, efisiensi kerja, efisiensi operator, kinerja alat, kondisi *front loading*, pola pemuatan dan sifat fisik material.
3. Beberapa tindakan yang harus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas *excavator* dalam pengupasan *overburden* pada Pit B Rawa Selatan Sub Pit A5 diantaranya :
  - a. Manajemen Peralatan. Manajemen peralatan dilakukan pada *bulldozer* dan *excavator*. Jika dilakukan upaya ini, produktivitas akan meningkat sebesar 44,57 lcm/jam untuk material *clay wet* dan 26,21 lcm/jam untuk material *sandstone*.
  - b. Operator *skill*. Upaya ini dilakukan dengan cara memberikan pelatihan kepada operator tentang bagaimana pola penggalian dan teknik penggalian yang efisien. Jika dilakukan upaya ini, produktivitas akan meningkat sebesar 103,26 lcm/jam untuk material *clay wet* dan 90,82 lcm/jam untuk material *sandstone*.
  - c. Metode pemuatan *Drive by*. Pola pemuatan ini dapat mengurangi *spotting time dumptruck*. Jika upaya ini digunakan, produktivitas akan meningkat sebesar 39,23 lcm/jam untuk material *clay wet* dan 45,36 lcm/jam untuk material *sandstone*.
  - d. *Spotting without manuver*. Jika upaya ini dilakukan, produktivitas akan meningkat sebesar 34,92 lcm/jam untuk material *clay wet* dan 37,07 lcm/jam untuk material *sandstone*.

- e. Pengoptimalan *dumptruck*. *Waiting hauler* adalah masalah terbesar yang membuat produktivitas *excavator* tidak tercapai. Jika upaya ini dilakukan, produktivitas akan meningkat sebesar 141,13 lcm/jam untuk material *clay wet* dan 185,23 lcm/jam untuk material *sandstone*.
- f. Kondisi *bench*. Tinggi *bench* yang optimal yaitu 40%-75% dari maksimum kedalaman *digging* yang dapat dijangkau *excavator*.

4. Peningkatan produktivitas *excavator* dalam pengupasan *overburden* pada Pit B Rawa Selatan Sub Pit A5 jika dilakukan semua tindakan yaitu 900,803 lcm/jam untuk material *clay wet* dan 932,904 lcm/jam untuk material *sandstone*.

### 5.2 Saran

1. Kegiatan pemeliharaan atau *maintanance* alat harus terjadwal secara teratur serta konsisten untuk menjaga kinerja dari *excavator* sehingga selalu siap dalam kebutuhan operasional.
2. Pelatihan operator *excavator* maupun alat angkut dibutuhkan untuk meningkatkan kemampuan operator sehingga dapat bekerja lebih cepat, tepat dan aman sebagai upaya peningkatan produktivitas.
3. Peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan beberapa upaya dan dapat disesuaikan dengan keadaan kondisi di lapangan.
4. Diperlukannya koordinasi yang baik antara pengawas dan supervisor dilapangan untuk *fleet matching* dan *fleet management* agar dapat meningkatkan produktivitas.
5. Untuk material keras sebaiknya dibantu penggunaan *bulldozer* dalam pemberaiannya agar waktu *digging* untuk *excavator* dapat diminimalisir.

### Daftar Pustaka

- [1] Andryan Febrianto, dkk. *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*. Jurnal Teknologi Pertambangan **1**, 2. Yogyakarta: UPN. (2016)
- [2] Anonim. *Laporan Studi Kelayakan PT. Mandiri Intiperkasa*. Jakarta: Mandiri Intiperkasa. (2018)
- [3] Sugiyono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Jakarta: Alfabeta. (2017)
- [4] Nawawi, H. Hadari. *Metode Penelitian Deskriptif*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. (1983)
- [5] Rahman, Saipul dan Uyu Saismana. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Liebherr 9400 Dalam Kegiatan Pindahan Overburden Di PT. Rahman Abdijaya Jobsite PT. Adaro Indonesia*. Jurnal

- HIMASAPTA 2, 3. Universitas Lambung Mangkurat (2017)
- [6] Amrun Liemin, dkk. *Evaluasi Produksi Overburden Pada Front Kerja Excavator Hitachi Shovel*. Jurnal Geomine 6, 1. Universitas Muslim Indonesia. (2018)
- [7] Pfeleider, Eugene .P. *Surface Mining 1st Edition*. New York: The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum. (1972)
- [8] Anisari, Rezky. *Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan*. Jurnal ITEKNA 16, 1. Politeknik Negeri Banjarmasin. (2016)
- [9] Aqsal Ramadhan Shaddad, dkk. *Analisis Keserasian Alat Mekanis Match Factor Untuk Peningkatan Produktivitas*. Jurnal Geomine 4, 3. Universitas Hasanuddin. (2016)
- [10] Prodjosumarto, Partanto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan FTSM: ITB. (1996)
- [11] Halatchev, R. A, P. F Knights. *Spatial Variability of Shovel Dig Performance*. International Journal of Mining, Reclamation and Environment 1, 1. University of Queensland. (2007)
- [12] Hambali, dkk. *Evaluasi Prduksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Pada PT. Pama Persada Nusantara Distrik KCMB*. Jurnal HIMASAPTA 2, 1. Universitas Lambung Mangkurat (2017)
- [13] Ahmad Fauzi Pohan, dkk. *Efisiensi Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Pengupasan Overburden Pada Site A Di PT. Samantika Batubara Desa Pauh Ranap Kecamatan Peranap Kabuoaten Indragiri Hulu Provinsi Riau*. Jurnal Sains dan Teknologi 17, 1. Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang. (2017)
- [14] Anaperta, Yoszi Mingsi. *Evaluasi Keserasian (Match Factor) Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y*. Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan 9, 1. Universitas Negeri Padang. (2016)
- [15] Sandeir, Eric dan Heri Prabowo. *Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedes Actroz 4043 Pada Pengupasan Overburden PT. Caritas Energi Indonesia Jobsite KBB, Sarolangun*. Jurnal Bina Tambang 3, 1. Universitas Negeri Padang. (2018)
- [16] Indonesianto, Yanto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Teknik Pertambangan: Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". (2012)
- [17] Komatsu. *Specification & Application Handbook Edition 30*. Komatsu Ltd.: Jepang. (2007)
- [18] Sumarya. *Peralatan Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan: Padang. (2014)
- [19] Peurifoy, R.L, dkk. *Construction Planning, Equipment and Methods Seventh Edition*. McGraw-Hill Companies Inc: New York. (2006)