

# Efisiensi Produktivitas Peralatan Tambang Untuk Mencapai Target Produksi Area (412 Ha) PT. Semen Padang (Persero) Tbk

Hendra Pratama<sup>1\*</sup>, and Murad MS<sup>1\*\*</sup>

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

\*hndra5151@gmail.com

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

**Abstract.** Production target area (412 ha) which is charged at Limestone Crusher VI of 2,200 tonnes / h while real-time has not been reached, namely 1066.44 tons / hour using a combination of one unit of excavator loading EH 2500-6 to 6 HD conveyance unit 785-7. The research aims to gain the ideal amount of a combination of units excavator loading and transportation to meet the target in the area (412 ha). Type of research is descriptive quantitative empirical approach is through surveys and field observations. Efforts is increase work efficiency by maximizing the available working time in order to maximize productivity. After analyzing the obtained productivity mining equipment increased to 2230.12 tons / hour, then the unit conveyance reduced to 5 units, and the previous match factor MF = 1.44 increase to MF = 0.96 (approaching = 1). Furthermore, the effectiveness rate of 48.47% crusher unit increased to 101.37%.

**Keywords:** Target Production, Efficiency, Working Time, Productivity, Match Factor

## 1 Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia yang kaya akan sumber daya alam yang berada di laut, di darat maupun di udara. Salah satu diantaranya sumber daya mineral. Sumber daya mineral ini perlu dikelola secara efektif dan efisien untuk kepentingan pembangunan bangsa dan Negara melalui pendapatan ekspor, pembangunan daerah, peningkatan aktivitas ekonomi, pembukaan lapangan kerja, dan pemasukan terhadap anggaran daerah maupun pusat.

Seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia, PT. Semen Padang (Persero) Tbk sebagai pelopor industri semen di Indonesia sejak tahun 1910 dan salah satu produsen terbesar untuk daerah sumatera berusaha untuk meningkatkan produksinya. Dan salah satu ukuran penting untuk meningkatkan kinerja perusahaan adalah produktivitas.

Lokasi penambangan *Limestone* berada di Bukit Karang Putih, dan dilakukan dengan cara tambang terbuka (*Quarry*), dengan *Type Side Hill Quarry* yaitu suatu sistem penambangan terbuka yang ditetapkan untuk menambang batuan atau endapan mineral industry yang terletak di lereng bukit. Taksiran cadangan *Limestone* yang dimiliki PT. Semen Padang adalah sebesar 438.480.300 ton dengan luas 0,978 km<sup>2</sup>, dan

memiliki ketebalan berkisar 100–300 m. Unit penambangan pada saat ini melakukan kegiatan *Quarry* dengan rincian kerja berupa penandaan titik bor (*profiling*), pemboran (*drilling*), peledakan (*blasting*), pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), penumpahan (*dumping*), peremukan (*crushing*), dan pemindahan (*conveying*).

Lokasi penyedia bahan baku pembuatan semen berupa *Limestone* untuk *supply* pabrik Indarung VI berasal dari *Quarry* Bukit Karang Putih. Di lokasi tersebut terdapat beberapa *area* penambangan, salah satunya adalah *area* (412 Ha) yang akan menjadi objek bahasan. Dikaitkan dengan target produksi yang dibebankan pada *Limestone Crusher VI* sebesar 2.200 ton /jam, berdasarkan realisasi aktual di lapangan belum tercapai dengan baik yaitu 1.066,44 ton /jam. Setelah diamati permasalahan di lapangan ada beberapa indikasi masih perlunya optimalisasi proses dari *blasting* yang masih terdapat banyaknya *boulder*, alat gali muat yang masih kesulitan melakukan *digging* pada proses *loading*, waktu *delay* dari alat angkut yang terlalu lama pada proses *hauling*, dan *supply* yang belum maksimal pada *Limestone Crusher VI*.

Dari *review* beberapa jurnal antara lain peningkatan produksi dapat dilakukan melalui perbaikan efektifitas dan produktivitas penggunaan excavator, dumptruck,

dan crusher<sup>[1][2][3][4]</sup>. Disamping itu perlunya diperhatikan keserasian kerja (*match factor*) antar alat mekanis tersebut<sup>[5][6][7]</sup>, dan adanya pengaruh geometri jalan terhadap pencapaian target produksi<sup>[8][9]</sup>.

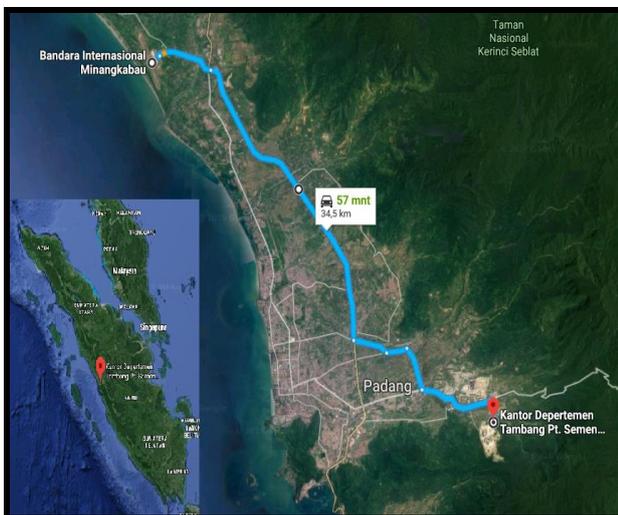
Agar pencapaian peningkatan produksi yang terencana dapat direalisasikan harus didukung dengan ketersediaan alat-alat mekanis yang cukup guna mendapatkan hasil sesuai dengan target yang telah direncanakan. Berdasarkan jumlah dari peralatan mekanis yang bekerja serta *system* kerja perusahaan saat ini dirasa pencapaian target produksi yang diinginkan belum maksimal.

## 2 Tinjauan Pustaka

### 2.1 Lokasi Penelitian

PT. Semen Padang memiliki lokasi penambangan yang terletak di Bukit Karang Putih berada di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kabupaten Indarung, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Lokasi koordinatnya adalah 100°28'24" BT sampai 100°29'1" BT dan 0°58'30" LS sampai 0°59'57" LS. Penambangan batu gamping PT. Semen Padang memiliki luas sebesar 329.89 Ha dan 24.2 Ha sebagai area pengembangan.

Lokasi Penambangan PT. Semen Padang dapat ditempuh dari Bandara Internasional Minangkabau dengan waktu tempuh ± 57 menit dengan jarak ± 34,5 km dengan menggunakan kendaraan roda 4 atau roda 2.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

### 2.2 Dasar Teori

#### 2.2.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat

Produksi pada alat gali muat dan alat angkut adalah kemampuan optimum yang bisa tercapai oleh alat gali muat dan alat angkut dengan memperhitungkan faktor alam maupun manusia.

Berikut adalah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas alat gali muat dan alat angkut:

#### 2.2.1.1 Sifat Fisik Material

Sifat fisik material dapat berpengaruh terhadap produksi peralatan tambang yaitu mudah atau tidaknya material untuk ditangani nantinya, yang dimaksud berupa batuan dan tanah yang berada pada area penambangan.

#### 2.2.1.2 Kondisi tempat kerja

Kondisi kerja yang nyaman sangat berpengaruh terhadap kelancaran dan pergerakan peralatan tambang untuk bermanuver sehingga produksi akan maksimal dikarenakan berkurang atau mengecil waktu tempuh yang diperlukan peralatan tambang tersebut.

#### 2.2.1.3 Iklim

Cuaca sangat berpengaruh terhadap daerah kerja peralatan mekanis, karena akan digunakan untuk memperkirakan berapa hari dalam satu tahun terjadi hujan, sehingga peralatan mekanis tidak begitu efektif bekerja ketika hujan dengan intensitas lebat, hal ini dikarenakan jalan pada area kerja menjadi becek dan sebaliknya ketika musim kemarau menimbulkan banyak debu yang membuat proses kerja menjadi tidak kondusif.

Iklim juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi kerja yang terjadi akibat dari berhubungan langsung dengan udara luar pada penambangan terbuka.

#### 2.2.1.4 Ketinggian dari permukaan laut

Pada ketinggian tertentu *horse power* dari peralatan tambang juga terpengaruh dari perubahan kadar oksigen pada udara di ketinggian. Makin tinggi suatu daerah kerja semakin berkurang presentase oksigen, maka tenaga alat yang tersedia makin berkurang (harus dikoreksi) untuk kenaikan 1000 ft yang kedua. Penurunan tenaga juga tergantung pada pengisapan udara di mesin peralatan tersebut.

#### 2.2.1.5 Faktor efisiensi

Nilai keberhasilan suatu pekerjaan sangat sulit ditentukan secara tepat karena mencakup beberapa faktor seperti faktor manusia, mesin dan kondisi kerja. Nilai keberhasilan dari suatu pekerjaan dipengaruhi oleh efisiensi waktu, efisiensi kerja atau kesediaan alat untuk dioperasikan dan efisiensi operator.

Peralatan tambang perlu dipergunakan dengan seefektif dan seproduktifnya oleh kontraktor guna tercapainya tingkat produksi yang tinggi dengan modal yang serendah dan seefisien mungkin<sup>[2]</sup>.

#### 2.2.1.6 Ketersediaan alat

Mesin tidak memungkinkan bekerja tanpa hambatan selama 60 menit dalam 1 jam, dipastikan selalu terjadi hambatan kecil seperti pelumasan mesin-mesin (*service & adjustment*), pemeliharaan mesin dan lain-lain.

Perlunya dibedakan hambatan karena pengaruh cuaca ataupun kerusakan alat tersebut.

Dalam upaya mendapatkan harga produksi alat per satuan waktu yang akurat efisiensi kerja merupakan salah satu elemen produksi yang harus diperhitungkan. Nilai efisiensi kerja sebagaimana diarahkan terhadap operator alat, yaitu orang yang mengoperasikan alat. Cuaca, kerusakan alat mendadak, kabut merupakan penyebab yang tidak dapat dihindari. Perlunya bonus dari perusahaan untuk merangsang peningkatan efisiensi kerja dari operator dengan harapan lebih termotivasi.

Pekerjaan mekanik pada perawatan alat tidak dapat digunakan sebagai penyebab berkurangnya efisiensi kerja operator, oleh karena *maintenance* harus terjadwal dengan baik. Untuk memperoleh efisiensi kerja dari operator perlu diberi batasan dalam pekerjaan dan juga harus dipahami oleh seluruh karyawan operasional.

Dengan memperhatikan kehilangan waktu kerja alat tersedia akan didapat faktor kesediaan alat yang menunjukkan kondisi dari peralatan mekanis yang digunakan.

#### 2.2.1.6.1 Mechanical availability

*Mechanical Availability* adalah cara untuk menganalisa kondisi mekanis yang sebenarnya dari suatu alat yang akan dipergunakan<sup>[10]</sup>. Persamaan untuk "*mechanical availability*" (MA) sebagai berikut:

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W = "*Working Hours*" atau jumlah jam kerja alat.

R = "*Repair Hours*" atau jumlah jam untuk perbaikan.

#### 2.2.1.6.2 Physical availability

*Physical Availability* adalah catatan guna mengetahui keadaan fisik dari suatu alat yang akan dipergunakan<sup>[10]</sup>, dengan persamaannya sebagai berikut:

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

W + R + S = "*Scheduled Hours*" atau jumlah seluruh jam jalan dimana alat dijadwalkan untuk beroperasi.

S = "*Standby Hours*" jumlah waktu jam suatu alat yang tidak dipergunakan padahal alat tersebut dalam keadaan baik.

"*Physical Availability*" pada umumnya selalu lebih besar dari pada "*Mechanical Availability*". Tingkat efisiensi pada sebuah peralatan mekanis akan naik jika angka "*Physical Availability*" mendekati angka "*Mechanical Availability*".

#### 2.2.1.6.3 Use of availability

*Use of Availability* merupakan petunjuk berapa tingkat persentase beroperasinya suatu alat saat alat tersebut dapat digunakan<sup>[10]</sup>, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (3)$$

Hasil "*use of availability*" biasanya dapat menghasilkan tingkat efektif suatu alat yang baik dapat dimanfaatkan. Dan juga dapat menjadi standar baik tidaknya (*management*) peralatan yang dipergunakan.

#### 2.2.1.6.4 Effective utilization

*Effective Utilization* menggambarkan persentase dari waktu kerja keseluruhan yang tersedia agar dimanfaatkan sehingga produktif. "*Effective Utilization*" sebenarnya memiliki arti yang sama dengan efisiensi kerja<sup>[10]</sup>. Adapun persamaannya adalah:

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

Keterangan :

W + R + S = T = "*Total Hours Available*" atau "*Scheduled Hours*" atau bisa dikatakan jumlah dari jam kerja yang tersedia.

#### 2.2.1.7 Korelasi waktu edar alat

Dalam suatu sistem produksi pada tambang terbuka yang menerapkan sistem *excavator - dump truck* sebagai alat tambang utama. Keceratan kerja *excavator* dan *dump truck* sangat berperan dalam pencapaian target produksi. Dapat juga dikatakan, *dump truck* adalah komponen yang fleksibel yang mana jumlah dan kapasitasnya disesuaikan dengan alat gali-muat yang dilayaninya. Produksi alat dan sasaran produksi memiliki hubungan erat kaitannya dengan jumlah dari alat gali muat dan alat angkut yang akan dipergunakan untuk mencapai target produksi yang diinginkan<sup>[5]</sup>. Korelasi waktu edar ini dapat dilihat dari faktor keserasian kerja (*match factor*) *excavator* dan *dump truck*.

Untuk mendapatkan keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut juga dapat dengan cara menghitung *match factor* atau keserasian alat<sup>[11]</sup>, yaitu sebagai berikut :

$$MF = \frac{Nt \times Ct}{Nl \times Cl} \quad (5)$$

Keterangan :

Nt = Jumlah alat angkut (buah)

Nl = Jumlah alat muat (buah)

Ct = Waktu edar alat angkut (detik)

Cl = Waktu edar alat muat mengisi penuh 1 bak truk (detik)

#### 2.2.1.8 Jalan angkut

Untuk menunjang kelancaran produksi perlu perhatian khusus terhadap pemeliharaan serta perawatan jalan.

Pemeliharaan jalan yang sudah baik, tetapi pemeliharaan *drainase* yang tidak baik juga tidak akan berhasil. Hambatan yang sering timbul saat operasi pengangkutan berlangsung adalah di musim kemarau. Lapisan permukaan jalan berubah menjadi debu yang

akan sangat mengganggu kesehatan pekerja, sedangkan ketika musim hujan debu akan menjadi lumpur yang licin sehingga mengganggu kenyamanan bermanuver dari alat. Kondisi tersebut menjadi faktor penghambat laju alat angkut karena alat angkut yang berjalan pada kondisi tersebut akan mengurangi kecepatannya.

Adapun ciri-ciri jalan yang baik antara lain kondisi permukaan jalan datar dan rata, tidak boleh mengandung lumpur dengan kemiringan permukaan jalan  $\pm 5\%$ , hal ini untuk mengantisipasi adanya genangan air pada waktu hujan. Selain itu, elevasi badan jalan diharuskan memiliki ketinggian lebih dari bahu jalan agar air tidak mengalir masuk ke badan jalan dan saluran air harus lancar sesuai dengan debit dan kemiringan jalan.

## 2.2.2 Kemampuan produksi peralatan mekanis

### 2.2.2.1 Excavator

Penambahan umpan lebih baik juga diselaraskan dengan *dump truck* dan produktivitas *excavator* guna mengisi material batu kapur ke *hooper* dari *crusher*<sup>[1]</sup>.

Target produksi tidak akan tercapai bila produktivitas dari alat gali muat tidak dan jumlah dari alat angkut tidak serasi. Fungsi dari *Excavator* adalah sebagai alat gali sekaligus memuat batu gamping ke bak *dump truck*. Kelebihan alat ini adalah dapat mendistribusikan muatan kesemua bagian *dump truck* secara merata sehingga *dump truck* dapat berjalan dengan seimbang. Produksi alat muat sangat bergantung pada kapasitas *bucket* dan *cycle time* alat, semakin besar ukuran *bucket* maka semakin besar pula produksi yang dihasilkan, tetapi bila *cycle time* semakin lama maka produksi akan semakin kecil. Produktivitas alat gali muat secara teoritis dapat dihitung dengan rumus<sup>[12]</sup>:

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \quad (6)$$

$$q = q_1 \times K \quad (7)$$

Keterangan :

Q = Produksi perjam *Excavator* ( $m^3/\text{jam}$ )

q = Kapasitas produksi persiklus ( $m^3$ )

$q_1$  = Kapasitas *bucket* ( $m^3$ )

K = Faktor *bucket*

E = Efisiensi Kerja

$C_m$  = Waktu siklus (menit)

### 2.2.2.2 Dumptruck

Dumptruck adalah peralatan yang diperuntukan guna memindahkan hasil penambangan berupa material menuju tempat penampungan atau pengolahan<sup>[6]</sup>. Kelancaran operasi penambangan sangat dipengaruhi oleh alat pengangkutannya. Kelancaran dan sarana pengangkutan merupakan faktor penting terhadap untung atau ruginya suatu perusahaan tambang. Produktivitas dari alat angkut dapat dihitung menggunakan rumus<sup>[12]</sup>:

$$P = \frac{C \times 60 \times E_t}{C_{mt}} \times M \quad (8)$$

$$C = n \times q_1 \times K \quad (9)$$

Keterangan :

P = Produktivitas perjam *dump truck* ( $m^3/\text{jam}$ )

C = Kapasitas produksi persiklus *dump truck*

n = Jumlah rit pemuatan /*loading truck*

$q_1$  = Kapasitas *bucket* ( $m^3$ )

K = Faktor *bucket*

$E_t$  = Efisiensi kerja *dump truck*

$C_{mt}$  = Waktu siklus *dump truck* (menit)

M = Jumlah *dump truck* yang bekerja

### 2.2.2.3 Efektivitas Crusher

Efektifitas merupakan perbandingan dari produksi aktual alat dengan kapasitas yang terpasang, sehingga didapatkan perbandingan keduanya dalam persen<sup>[13]</sup>.

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \quad (10)$$

## 3 Metode Penelitian

### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan empiris yaitu melalui survey dan observasi lapangan. Dengan menggabungkan teori-teori yang pernah dipelajari dengan data yang diambil langsung di lapangan.

### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan beberapa cara pengumpulan informasi atau data, yang bertujuan guna mendapatkan pemahaman dan gambaran pada objek yang menjadi fokus penelitian.

#### 3.2.1 Pengambilan data primer

Data primer yang diambil adalah data *cycle time* peralatan mekanis, produktivitas aktual alat gali muat dan alat angkut, dan data tonase material yang masuk kedalam *hooper* LSC VI.

#### 3.2.2 Pengambilan data sekunder

Data sekunder yang diambil adalah data jadwal kerja peralatan mekanis, peta area penambangan, spesifikasi peralatan tambang, dan data produksi aktual batu gamping.

### 3.3 Teknik Analisis Data

Setelah mendapatkan data dilapangan selanjutnya data tersebut dikelompokkan dan analisis. Dikarenakan penelitian ini terdiri dari beberapa variabel, maka data harus dikelompokkan sesuai dengan tahapan dari pengerjaannya.

Adapun yang dilakukan pada tahapan ini adalah:

1. Melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung pada *area* (412 Ha) sehingga diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi produksi batu gamping PT. Semen Padang.
2. Menganalisis kapasitas *bucket*, kapasitas *vessel*, factor koreksi, serta *cycle time* alat gali muat (*excavator*) dan alat angkut (*dumptruck*) untuk menentukan produktivitas aktual dan ideal.
3. Menganalisis jumlah pengisian *bucket*, *cycle time*, serta jumlah unit alat gali muat (*excavator*) dan alat angkut (*dumptruck*) untuk menentukan factor kesesuaian kerja sebelum dan sesudah diefisiensi.
4. Melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung untuk mengetahui hambatan-hambatan yang dapat mempengaruhi efektifitas kapasitas ideal unit *crusher* LSC VI (*Limestone Crusher VI*).
5. Mencukupi *supply* material batu gamping yang akan masuk ke *hooper* untuk meningkatkan efisiensi kerja unit *crusher* LSC VI (*Limestone Crusher VI*).
6. Menganalisis produktivitas alat gali muat (*excavator*) dan alat angkut (*dumptruck*) guna menentukan jumlah kebutuhan ideal alat untuk memenuhi kapasitas ideal unit *crusher* LSC VI (*Limestone Crusher VI*).

### 3.4 Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai instrumen penunjang diantaranya kamera untuk dokumentasi selama penelitian, aplikasi time motion studies untuk mengambil data cycle time peralatan mekanis, dan komputer /laptop untuk pengelompokan dan pengolahan data selama penelitian.

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Data Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Jam operasi aktual

Waktu kerja yang tersedia pada *Area* (412 Ha) adalah 7 hari/minggu, yang terbagi menjadi 2 *shift* masing-masing *shift I* = 7,5 jam dan *shift II* = 7,5 jam (15 jam/hari). Berdasarkan data yang diperoleh aktual maka waktu hambatan kerja dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Waktu Hambatan Kerja

Hambatan	Excavator Hitachi EX 2500-6 (menit/shift)		Dumptruck HD 785-7 (menit/shift)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Hambatan yang dapat dihindari				
Terlambat awal shift	60	-	60	-
Operator melakukan hal lain saat bekerja	15	-	25	10
Terlambat mulai bekerja saat pergantian shift	10	5	15	10
Berhenti bekerja lebih awal	25	-	30	-

Keperluan operator /BAK	10	3	15	3
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>8</b>	<b>145</b>	<b>23</b>
<b>Hambatan yang tidak dapat dihindari</b>	<b>Sebelum</b>	<b>Sesudah</b>	<b>Sebelum</b>	<b>Sesudah</b>
Kerusakan alat (break down)	7	7	6	6
Pemeriksaan harian oleh operator	10	10	10	10
Perbaikan front	5	5	5	5
Pengisian bahan bakar	-	-	5	5
Cuaca	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>Total Hambatan</b>	<b>142</b>	<b>30</b>	<b>171</b>	<b>49</b>

Selanjutnya dari jam operasi alat mekanis didapat *Availability Area* (412 Ha) dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Availability

Peralatan Mekanis	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
DK 12	86,54	90,80	65,14	59,14
DK 15	89,52	93,01	64,21	59,72
DK 16	90,52	93,34	68,15	63,61
DK 17	94,00	96,07	64,11	61,59
DK 18	98,93	99,28	67,03	66,55
DK 19	86,59	91,31	61,43	56,10
<b>Average</b>	<b>91,02</b>	<b>93,97</b>	<b>65,03</b>	<b>61,11</b>
EH 06	78,39	86,78	55,26	47,96

#### 4.1.2 Cycle time peralatan mekanis

Pengambilan data *cycle time* peralatan mekanis dilakukan melalui keikutsertaan Penulis dalam proses *loading-hauling* dengan melakukan perhitungan menggunakan aplikasi time motion studies dari dalam kabin alat gali muat dan alat angkut.

#### 4.1.3 Geometri peledakan

Berdasarkan keputusan perusahaan, geometri peledakan yang diterapkan oleh PT. Semen Padang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Geometri Peledakan

No	Parameter	Geometri
1	<i>Burden</i>	3 meter

2	<i>Spacing</i>	3 meter
3	<i>Stemming</i>	1 - 1,5 meter
4	Kedalaman Lubang Ledak	10,5 - 11 meter
5	<i>Powder Column</i>	8,5 - 9 meter
6	<i>Subdrilling</i>	1 meter
7	Diameter Lubang Ledak	5 inchi
8	Isian Bahan Peledak	100 kg

## 4.2 Evaluasi Produktivitas dan Pengangkutan

Dari hasil yang didapat dari produktivitas alat mekanis selanjutnya dilakukan analisa serta kajian mengenai parameter-parameter yang dianggap berpengaruh, sehingga dapat dilakukan perbaikan guna meningkatkan produksi dalam pengangkutan batugamping agar memenuhi target produksi yang diharapkan.

### 4.2.1 Kondisi material

Jika akan melakukan pekerjaan pemindahan tanah atau material dengan alat mekanis maka harus diketahui terlebih dahulu jenis serta kondisi materialnya, seperti ukuran dan bentuk butir, karena akan berpengaruh terhadap banyaknya material untuk dapat menempati suatu ruangan tertentu<sup>[4]</sup>.

Material fragmentasi hasil peledakan yang buruk akan berakibat terhadap alat gali muat menjadi susah untuk melakukan *digging*, yang mengakibatkan waktu *digging* menjadi lebih lama dari waktu yang telah ditetapkan yaitu  $\pm 14$  detik. Hal ini tentu sangat berpengaruh dan berdampak terhadap *cycle time* dan juga produksi.

Untuk mengantisipasi waktu *digging* alat gali muat agar tidak terlalu lama maka perlunya pengkajian ulang terhadap hasil dari fragmentasi peledakan guna dapat mengurangi *boulder*. Seperti penggunaan alat *breaker* guna menyeragamkan hasil fragmentasi, hal ini dilakukan agar membuat fragmentasi menjadi lebih bagus dan akan mengakibatkan *cycle time* dari alat gali muat lebih maksimal.



Gambar 2. Fragmentasi Material Hasil Peledakan

Tabel 4. Cycle Time Excavator Hitachi EX 2500-6

Excavator Hitachi EX 2500-6	Actual	Ideal
<i>Digging</i>	17,37	7
<i>Swing Loaded</i>	12,31	7
<i>Dumping</i>	5,78	5
<i>Swing Empty</i>	7,56	6
<i>Cycle time</i>	<b>43,02</b>	<b>25</b>

### 4.2.2 Loading point

Alat angkut pada *loading point* yang sempit akan berakibat susah melakukan *manuver* sehingga juga menghambat alat gali muat melakukan proses *loading*, hal ini mengakibatkan waktu *cycle time* aktual *dumptruck* terlalu lama dari yang seharusnya.



Gambar 3. Loading Point Area 412 Ha

Idealnya luas area *loading point* = minimum lebar radius putaran *dumptruck* terbesar. Agar kondisi *loading point* menjadi lebih rata dan luas bisa dilakukan dengan cara membuka *area loading point* baru kearah selatan atau menjauhi tebing, dan juga dengan memaksimalkan kerja dari alat *compactor*, *grader*, dan *bulldozer*. Hal ini diharapkan dapat mengurangi *cycle time* alat angkut yang terlalu lama.

### 4.2.3 Jalan angkut

Geometri jalan meliputi komponen lebar jalan pada kondisi jalan lurus, lebar jalan pada tikungan, jari-jari tikungan, superelevasi dan kemiringan jalan atau *grade*<sup>[14]</sup>.

Berdasarkan pengamatan di lapangan kondisi jalan angkut pada saat ini belum memenuhi persyaratan dengan *grade* jalan 7,3–14,8 %, sementara lebar jalan 27 m untuk 2 jalur menikung dan 25 m untuk 2 jalur jalan lurus sudah memenuhi persyaratan. Panjang jalan angkut dari *loading point* menuju LSC VI (*Limestone Crusher VI*) adalah 1800 m. Cukup dilakukan perawatan dan pembenahan di beberapa titik sehingga kerja kedua alat mekanis dapat mendukung kelancaran kerja operasi.

Pada keadaan tertentu ketika hari hujan kondisi jalan angkut menjadi lebih licin dan bergelombang akibatnya kecepatan alat angkut menjadi lebih lambat. Sedangkan pada musim kemarau kondisi jalan angkut akan lebih berdebu yang akan menghalangi penglihatan operator *dumptruck*. Akibat kondisi jalan yang kurang baik mengakibatkan rata-rata waktu perjalanan alat angkut mengalami gangguan. Kecepatan rata-rata aktual alat angkut adalah  $\pm 25$  m/s.

Dalam membuat jalur angkut agar menjadi lebih rata perlu dilakukan perbaikan dengan menggunakan *motor grader*, dan mengurangi debu pada saat cuaca terik dengan penyiraman menggunakan *water truck*.

Setelah terjadi perbaikan pada jalan angkut maka kecepatan rata-rata alat angkut dapat ditingkatkan menjadi  $\pm 40$  m/s sehingga dapat mengoptimalkan waktu perjalanan alat angkut.



Gambar 4. Kondisi Jalan Angkut

#### 4.2.4 Efisiensi kerja

Pada pengamatan di lapangan dapat dilihat pemeliharaan mesin bagus dan kondisi kerja juga bagus, dapat disimpulkan efisiensi kerja bagus tetapi masih belum maksimal.

Tabel 5. Efisiensi Kerja

Kondisi Kerja	Pemeliharaan Mesin			
	Bagus sekali	Bagus	Sedang	Buruk
Bagus sekali	0,83	0,81	0,76	0,70
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Setelah perbaikan dilakukan pada *loading point* sehingga menjadi lebih rata dan luas serta pada pemeliharaan mesin yang lebih optimal maka dapat memaksimalkan efisiensi kerja menjadi bagus sekali.

Tabel 6. Rata-Rata Cycle Time Alat Angkut

Dumptruck Komatsu HD 785-7	Actual	Ideal
Manuver 1	25,7	15
Loading	212,8	100
Hauling	357,6	180
Manuver 2	25,7	15
Dumping	28,9	25
Return	329,4	180
Delay	812,4	3
Cycle Time	1.792,5	518

#### 4.2.5 Ketersediaan alat

Ketersediaan alat (*availability*) merupakan faktor yang sangat mempengaruhi produktivitas alat mekanis. Agar ketersediaan alat dapat lebih maksimal diperlukan jadwal *maintenance* yang teratur dan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan, seperti dilakukannya pengecekan guna mengetahui kondisi aktual alat setiap 100 jam atau kelipatannya. Selain itu pengadaan suku cadang alat juga harus dikoordinasikan dengan baik dan untuk *maintenance* harian alat, baiknya dilakukan di luar jadwal operasi penambangan agar tidak mengganggu waktu kerja produktif.

##### 4.2.5.1 Mechanical availability (MA)

Rata-rata *mechanical availability* alat angkut *Dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 91,02 %. Dalam melakukan penjadwalan 100 jam, 91,02 jam untuk produksi dan 8,98 jam adalah waktu hilang untuk *repair*. Dan *mechanical availability* alat gali muat *Excavator* Hitachi EX 2500-6 adalah 78,39 %. Dalam melakukan penjadwalan 100 jam, 78,39 jam untuk produksi dan 21,61 jam adalah waktu hilang untuk *repair*.

Diperlukan penjadwalan ulang terhadap alat yang *over* penjadwalan dan yang dalam keadaan rusak. Nilai *mechanical availability* juga bisa naik apabila *repair time* yang dilakukan diluar jam *shift* diabaikan.

Setelah dilakukan berbagai upaya perbaikan maka nilai *mechanical availability* alat angkut meningkat menjadi 93,19 % dan alat gali muat menjadi 85,82 %.

##### 4.2.5.2 Physical availability (PA)

Rata-rata *physical availability* alat angkut *Dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 93,97 %. Dalam melakukan penjadwalan 100 jam, 93,97 jam untuk produksi dan 6,03 jam adalah waktu hilang untuk *repair*. Dan *physical availability* alat gali muat *Excavator* Hitachi EX 2500-6 adalah 86,78 %. Dalam melakukan penjadwalan 100 jam, 86,78 jam untuk produksi dan 13,22 jam adalah waktu hilang untuk *repair*.

Program penjadwalan menunjukkan sudah dapat dikatakan sangat baik. Cukup dilakukan perawatan alat yang teratur sesuai jadwal dan meminimalisir waktu *standby* alat. Nilai *physical availability* mendekati nilai *mechanical availability* berarti efisiensi operasi meningkat.

#### 4.2.5.3 Used of availability (UA)

Rata-rata *used of availability* alat angkut *Dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 65,03 %. Dan *used of availability* alat gali muat *Excavator* Hitachi EX 2500-6 adalah 55,26 %. Hal ini menunjukkan operasi penambangan tidak berjalan efisien dan pengelolaan alat tidak berjalan dengan baik karena terdapat waktu *standby* alat yang cukup lama pada masing-masing alat.

Perlu dilakukan pengurangan waktu *standby* alat sampai dengan batas minimumnya dengan cara melakukan penjadwalan ulang, pengelolaan terhadap manajemen alat. Sehingga nilai *used of availability* alat angkut meningkat menjadi 87,82 % dan alat gali muat menjadi 92,19 %.

#### 4.2.5.4 Effective utilization (EU)

Rata-rata *effective utilization* alat angkut *Dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 61,11 %. Dan *effective utilization* alat gali muat *Excavator* Hitachi EX 2500-6 adalah 47,96 %. Hal ini menunjukkan operasi penambangan tidak berjalan efisien dan pengelolaan alat tidak berjalan dengan baik karena terdapat waktu *standby* alat yang cukup lama pada masing-masing alat.

Setelah dilakukan berbagai upaya perbaikan maka nilai *effective utilization* alat angkut meningkat menjadi 82,52 % dan alat gali muat menjadi 80 %.

**Tabel 7.** Effective Utilization (EU)

Alat Mekanis	Effective Utilization (EU)	
	Aktual (%)	Ideal (%)
DK 12	59,14	79,76
DK 15	59,72	80,59
DK 16	63,61	86,44
DK 17	61,59	87,79
DK 18	66,55	82,73
DK 19	56,10	77,52
<i>Average</i>	<b>61,11</b>	<b>82,52</b>
EH 06	47,96	80

#### 4.3 Faktor Keserasian (Match Factor)

Setelah dilakukan perhitungan faktor keserasian (*match factor*) alat antara *Excavator* Hitachi EX 2500-6 dengan

*Dumptruck* Komatsu HD 785-7 didapatkan  $MF = 1,44$ , yang berarti  $MF > 1$ , hal ini menunjukkan adanya waktu tunggu bagi alat angkut.

Dari hasil analisa produksi alat mekanis, perlunya dilakukan perbaikan *cycle time* pada kombinasi kerja *Excavator* Hitachi EX 2500-6 dengan *Dumptruck* Komatsu HD 785-7. *Cycle time* *Excavator* Hitachi EX 2500-6 diharapkan dapat optimum menjadi 25 detik, dan *cycle time* *Dumptruck* Komatsu HD 785-7 menjadi 518 detik. Untuk jarak 1.800 m jumlah unit alat angkut yang ideal adalah sebanyak 5 unit, sehingga *match factor* mendekati 1 yaitu  $MF = 0,96$  yang berarti  $MF < 1$ , hal ini menunjukkan adanya waktu tunggu bagi alat gali muat.

**Tabel 8.** Faktor Keserasian (Match Factor) Kerja Alat

Parameter		Kombinasi	
		EH 06	HD 785
Aktual	Jumlah Unit	1	6
	Cycle Time (detik)	43,02	1.792,5
	Match Factor	1,44	
Analisa	Jumlah Unit	1	5
	Cycle Time (detik)	25	518
	Match Factor	0,96	

#### 4.4 Produktivitas Ideal Peralatan Tambang

Setelah dilakukan perbaikan terhadap fragmentasi hasil peledakan, membuat kondisi *loading point* lebih luas, membuat jalan angkut (*haul road*) menjadi lebih rata dan tidak berdebu, meningkatkan efisiensi kerja dan *effective utilization* (EU), mengoptimalkan *cycle time* alat gali muat dan alat angkut, serta mengurangi jumlah unit alat angkut menjadi 5 unit. Maka produktivitas peralatan mekanis dapat meningkat.

**Tabel 9.** Faktor Keserasian (Match Factor) Kerja Alat

Peralatan Mekanis	Type	Produktivitas (ton/jam)	
		Aktual	Ideal
Alat Gali Muat	EH 06	<b>1066,69</b>	<b>2.202,48</b>
Alat Angkut	DK 12	171,90	-
	DK 15	170,42	432,99
	DK 16	190,70	464,44
	DK 17	176,60	471,68
	DK 18	196,13	444,50

	DK 19	160,69	416,51
<b>Total</b>		<b>1.066,44</b>	<b>2.230,12</b>
<b>Average</b>		<b>177,74</b>	<b>446,02</b>

## 5 Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Produktivitas aktual pada bulan Oktober 2018 area 412 Ha PT. Semen Padang menggunakan 1 unit alat gali muat (*excavator*) Hitachi 2500-6 dan 6 unit alat angkut (*dumptruck*) Komatsu HD 785-7 adalah 1.066,69 ton/jam.
2. Produktivitas ideal pada bulan Oktober 2018 area 412 Ha PT. Semen Padang menggunakan 1 unit alat gali muat (*excavator*) Hitachi 2500-6 dan 5 unit alat angkut (*dumptruck*) Komatsu HD 785-7 adalah 2.230,12 ton/jam.
3. Faktor keserasian kerja optimum pada bulan Oktober 2018 area 412 Ha PT. Semen Padang menggunakan 1 unit alat gali muat (*excavator*) dan 5 unit alat angkut (*dumptruck*) adalah MF = 0,96
4. Jumlah ideal untuk memenuhi kapasitas ideal unit *crusher* LSC VI (*limestone crusher VI*) PT. Semen Padang adalah 1 unit alat gali muat (*excavator*) Hitachi EX 2500-6 dan 5 unit alat angkut (*dumptruck*) Komatsu HD 785-7.
5. Cara memaksimalkan kerja unit *crusher* LSC VI (*limestone crusher VI*) PT. Semen Padang adalah dengan mengoptimalkan input *crusher* melalui peningkatan produktivitas *loading* dan *hauling* sesuai dengan kriteria pada point 1,2,3, dan 4 di atas.

### 5.2 Saran

1. Pada produktivitas aktual proses gali muat agar lebih diperhatikan waktu dari pemuatan bahan baku yang akan diangkut agar tidak terjadi antrian yang terlalu lama pada alat angkut.
2. Perlu dilakukan pengawasan kerja yang intensif, menciptakan kondisi kerja yang kondusif, serta perawatan mekanis secara rutin dan berkala.
3. Kemiringan jalan angkut tambang pada area (412 Ha) yang terlalu besar agar dapat diperkecil dengan cara menurunkan nilai elevasi pada jalan terlalu mendaki tersebut agar alat angkut dapat lebih leluasa bermanuver sehingga lebih efisien produktivitas dari alat angkut.

## Daftar Pustaka

- [1] Fauzie, A. A., Komar, S., & Mukiat, M. *Upaya Peningkatan Target Produksi Batu Kapur 33.400 Ton/hari Pada Pengolahan Dan Pengangkutan Area Depan Di Pt. Semen Padang Sumatera Barat (Persero) Tbk*. Jurnal Ilmu Teknik, 2(1). (2014).

- [2] Nuryono, A., Sjarifudin, D., & Ahmad, Q. *Peningkatan Produktivitas Alat Muat Sekelas Oht Cat 777 Di Pertambangan Batubara Dengan Pendekatan Quality Control Circle*. Jurnal Teknik Industri, 6(2). (2016).
- [3] Ilahi, R. R., Ibrahim, E., & Swardi, F. R. *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). (2014).
- [4] Marasabessy, M. C., Zaenal, Z., & Guntoro, D. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-Muat dan Angkut untuk Mencapai Target Produksi 4.000 Ton per Hari pada Kegiatan Penambangan Nikel di Blok BH PT Fajar Bhakti Lintas Nusantara, Desa Elvanun, Kecamatan Pulau Gebe, Kabupaten Halmahera Tengah Provinsi Maluku Utara*. (2016).
- [5] Shaddad, A. R. *Analisis Keserasian Alat Mekanis (Match Factor) Untuk Peningkatan Produktivitas*. Jurnal Geomine, 4(3). (2016).
- [6] Anisari, R. *Keserasian Alat Muat Dan Angkut Untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup Pada PT. Adaro Indonesia Kalimantan Selatan*. Jurnal Poros Teknik, 4(1). (2012).
- [7] Wiranata, A. *Analisis Sistem Backhoe-Dump Truck Pada Tambang Batu Granit Di Pt. Trimegah Perkasa Utama Tanjung Balai Karimun Kepulauan Riau*. Jurnal Ilmu Teknik, 2(5). (2014).
- [8] Winarko, A., Sudarmono, D., & Abro, M. A. *Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut Overburden Untuk Mencapai Target Produksi 240.000 Bcm/Bulan Di Site Project Mas Lahat PT. Ulma Nitra Sumatera Selatan*. Jurnal Ilmu Teknik, 2(2). (2014).
- [9] Aldiyansyah, A. *Analisis Geometri Jalan di Tambang Utara pada PT. Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara*. Jurnal Geomine, 4(1). (2016).
- [10] Prodjosumarto, P. *Pemindahan Tanah Mekanis. Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung*. (1996).
- [11] Indonesianto, Y. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jogjakarta. (2014).
- [12] Sumarya. *Bahan Ajar Alat Berat dan Interaksi Alat Berat*. Teknik Pertambangan UNP, Padang. (2009).
- [13] Harahap, A. I., Iskandar, H., & Arief, T. *Kajian Kominusi Limestone Pada Area Penambangan PT. Semen Padang (Pesero) Tbk Bukit Karang Putih Indarung Sumatera Barat*. Jurnal Ilmu Teknik, 2(2). (2014).

- [14] Akhmad, R. *Kajian Geometri Jalan Hauling pada Pt. Guruh Putra Bersama Site Desa Gunung Sari Kecamatan Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara*. Jurnal Geologi Pertambangan, 1(1). (2016).