

PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT BERDASARKAN SWING ANGLE TOP LOADING DAN BOTTOM LOADING

PRODUCTIVITY LOADING AND DIGGING TOOLS BASED ON SWING ANGLE TOP LOADING AND BOTTOM LOADING

Wafindra Deniswara¹, Supardi Razak¹, Ambran Hartono¹

1. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

Email: wafindra24@gmail.com

ABSTRAK

PT Cicitih Putra Sukabumi berlokasi Jawa Barat. Berdasarkan penelitian di lapangan, besaran sudut *swing angle excavator* untuk pemuatan material tidak sesuai dengan teori yang ada sehingga mengakibatkan produksi harian yang didapatkan kecil sebesar 40.29 Bcm/jam. Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan nilai produktivitas optimal *swing angle excavator*, mengetahui perbedaan antara hasil perhitungan teoritis dan *Software*, dan mengetahui metode gali muat yang baik digunakan, untuk perhitungan volume adalah metode *top loading* dan metode *bottom loading*. Data data primer, berupa data waktu edar alat gali muat, metode pemuatan, waktu *delay production*, dan jam kerja. Hasil dari perbandingan nilai produktivitas alat gali dan alat muat berdasarkan *swing angle* dengan menggunakan metode *top loading* dan *bottom loading* yakni, secara aktual dengan metode *Bottom Loading* diperoleh 63.17 bcm/jam untuk *angle of swing 90°* dan 52.09 Bcm/jam untuk *angle of swing 180°*. Selanjutnya dengan metode *Top Loading* diperoleh 55.81 Bcm/jam untuk *angle of swing 90°* dan 49.40 Bcm/jam untuk *angle of swing 180°*.

Kata kunci: Alat gali muat, *bottom loading*, produktivitas, *top loading*

DOI: 10.15408/jipl.v3i1.33906

ABSTRACT

PT Cicitih Putra Sukabumi is located in West Java. Based on field research, the amount of excavator swing angle for material loading is not in accordance with existing theory, resulting in a small daily production of 40.29 Bcm/hour. The purpose of this research is to increase the optimal productivity value of the swing angle excavator, find out the difference between the results of theoretical calculations and software, and find out the good digging and loading method used, for volume calculation is the top loading method and the bottom loading method. Primary data, in the form of data on digging and loading equipment circulation time, loading methods, delay production time, and working hours. The results of the comparison of the productivity values of digging tools and loading tools based on swing angle using top loading and bottom loading methods, namely, actually with the Bottom Loading method obtained 63.17 bcm / hour for angle of swing 900 and 52.09 Bcm / hour for angle of swing 1800. Furthermore, the Top Loading method obtained 55.81 Bcm/hour for angle of swing 900 and 49.40 Bcm/hour for angle of swing 1800.

Keywords: *Backhoe, bottom loading, productivity, top loading*

PENDAHULUAN

Dalam Pertambangan, pemuatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memasukan material atau endapan bahan hasil galian adanya pembongkaran dan dimuat ke dalam alat angkut. Kegiatan pemuatan ini dilakukan setelah pembongkaran (Jefri. G, 2014). Dalam kegiatan pemuatan perlu dilakukan pemilihan alat berat yang akan digunakan dengan tepat baik dari segi jenis, ukuran, maupun jumlahnya. Selain itu, nilai produktivitas alat juga harus diperhatikan apakah alat tersebut sudah bekerja secara optimal atau tidak. Faktor-faktor yang menyebabkan nilai produktivitas belum optimal

antara lain ialah sudut putar (*swing angle*), faktor keserasian alat (*match factor*), dan faktor jalan angkut yang kurang baik (Herwin, 2004).

Swing angle merupakan sudut perputaran alat gali muat pada saat alat tersebut berayun baik dalam keadaan berisi maupun dalam keadaan kosong. Pada kondisi aktual di lapangan besar *swing angle* selalu berubah-ubah antara 45° - 90° , hal ini menyebabkan adanya variasi nilai *cycle time* alat gali muat. Semakin besar *swing angle* pada alat maka *cycle time* pun akan menjadi semakin besar. Waktu *Swing* muat dan kosong rata-ratanya adalah 12,17 detik dan 5,26 detik. Untuk itu perlu adanya pengurangan *swing angle* pada saat pengoperasian alat gali muat dengan cara penempatan alat angkut yang ideal dengan alat gali muat agar nilai *swing angle* tersebut dapat direduksi menjadi lebih kecil (Indonesianto, Y, 2015).

Swing angle pada alat gali muat memiliki pengaruh yang besar untuk pencapaian produksi, didapatkan nilai produktivitas yang diinginkan dengan adanya penghitungan yang dilakukan secara aktual. Besaran sudut *swing angle* pada *excavator* digunakan untuk pemuatan material dengan menggunakan metode pemuatan seperti *top loading* dan *bottom loading*, hal ini tidak sesuai dengan teori yang ada yang mengakibatkan produksi harian yang ditentukan perusahaan tidak tercapai yaitu 450-500 Bcm/jam maka perlu dilakukan perbaikan untuk menjadi lebih baik di masa berikutnya. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan melakukan penghitungan produktivitas untuk setiap *swing angle* dalam pengambilan material di lapangan (Handayan, E., 2015.)

Dalam mencapai hasil produktivitas perlu dilakukan analisis data penghitungan produktivitas alat muat. Penghitungan nilai produktivitas tidak hanya dilakukan dengan penghitungan secara teoritis tetapi dengan penghitungan dengan bantuan *software*, hal ini dilakukan untuk merekomendasi *swing angle* alat gali muat untuk mencapai nilai produktivitas yang baik dan sesuai yang diinginkan perusahaan untuk mencapai nilai produksinya.

METODE

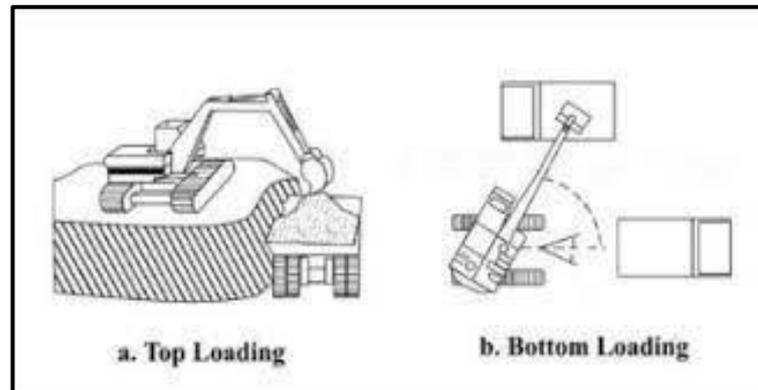
PT Cicitih Putra Sukabumi berlokasi di Blok Padaraang, Kecamatan Gunung Guruh, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, baik lokasi penambangan maupun metode penambangan yang dilakukan merupakan penambangan terbuka. Kegiatan penambangan terdiri dari pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan. Salah satu kegiatan pemuatan yang dilakukan PT Cicitih Putra Sukabumi adalah pemuatan material hasil dari reduksi atau pengecilan ukuran material yang berukuran $>50\text{cm}$. (Kelly dan spottiswood, 1982). Studi Literatur dilakukan dengan mengumpulkan data dan informasi dari referensi buku maupun laporan yang berhubungan dengan penelitian. Observasi Lapangan secara langsung jalannya proses di lapangan, data yang dikumpulkan pada penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer di dapat dari pengamatan secara langsung dilapangan berupa dat waktu edar alat gali muat, metode penggalian, waktu *delay production* serta jam kerja. Sementara data sekunder diperoleh dari Kepala Teknik Tambang berupa data data material, jadwal hari kerja, waktu kerja efektif, *rolling resistance*, spesifikasi *excavator* KOBELCO Sk 200-10 (Kobelco, 2016.).

Analisa data yang telah didapatkan, kemudian diolah dengan menggunakan *software Microsoft Excel* dan *Runge TALPAC V10*. Kemudian data yang telah didapatkan dilakukan simulasi perbandingan kondisi dilapangan dengan *TALPAC*. Pengolahan dan Analisa data yang dilakukan berupa menghitung waktu edar alat gali muat secara observasi, meng-*input* data waktu edar untuk dilakukan analisis *statistic* untuk mengetahui keefektifan setiap sudut, menghitung waktu kerja efektif alat gali dan muat, mengetahui waktu edar yang lebih efektif dan produktivitas yang lebih tinggi dari hasil perhitungan di *Microsoft excel* dan melakukan perhitungan produktivitas dengan *software Runge TALPAC V10* (Rahman, H. T. 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Metode Loading

Pada *Pit A* tambang batu gamping PT Cicatih Putra Sukabumi terdapat 1 alat gali dan muat yang beroperasi. Aktivitas pemuatan pada *Pit A* menggunakan metode *single backup* dan *top/bottom loading*, sedangkan sudut muatnya disesuaikan kondisi lapangan. Pada penelitian ini penulis meneliti waktu edar dan sudut muat yang didapatkan untuk masing masing metode muat.



Gambar 1. Pola muat berdasarkan posisi backhoe dan truck
Sumber : (Indonesianto, Y., 2012)

Angle of Swing

Angle of swing yang optimal oleh alat gali dan muat menurut pengamatan peneliti di lapangan pada *Pit A* berkisar antara 90⁰ - 180⁰ tergantung posisi alat gali muat dan alat angkut berada.

Tabel 1. Perbandingan *Angle of swing* terhadap *cycletime* yang dihasilkan

	<i>Swing Angle (degrees)</i>	<i>Cycletime (s)</i>
	Bebas	40
<i>Top Loading</i>	90	26.4
	180	32.03
<i>Bottom Loading</i>	90	25.4
	180	32.06

Dari tabel diatas nilai dari *swing angle* dan *cycletime* merupakan hasil berdasarkan pengamatan peneliti dilapangan. Hal ini menunjukkan bahwa besar *Angle of swing* berbanding lurus dengan besar *cycletime* yang didapat.

Pola Pemuatan

Pola pemuatan menggunakan pola *single back up* yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat, sedangkan alat angkut yang lainnya menunggu giliran sampai alat angkut pertama dimuati penuh (Indonesianto, Y. 2015)

Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Adanya pengembangan volume material disebabkan oleh kegiatan penggalian atau pengerukan dari tempat asalnya dan perlu diketahui, karena material yang masuk pada *bucket* maupun *vessel* adalah material yang telah mengembang volumenya (*loose*) (Tenriajeng, A.T). Untuk mengetahui faktor pengembangan material perlu diketahui nilai densitas material *limestone* dalam keadaan insitu (*bank*) dan gembur (*loose*). Nilai faktor pengembangan densitas material insitu (*bank*) sebesar 2,8 dan densitas material gembur (*loose*) sebesar 1,6 maka nilai *swell factor* yang didapat,

$$SF = \frac{\text{Density Loose}}{\text{Density Bank}} \quad (1)$$

$$SF = \frac{1.6}{2.8}$$

$$SF = 0.57$$

Jadi dari hasil diatas faktor pengembangan atau *Swell Factor* material *limestone* pada sebesar 0,57.

Faktor Pengisian Bucket (Bucket Fill Factor)

Faktor pengisian *bucket* (*Bucket fill factor*) dapat diketahui dari besarnya perbandingan kapasitas aktual *bucket* alat muat dengan kapasitas berdasarkan spesifikasi alat dari *handbook* Kobelco SK 200-10/SK 200LC-10 (Kobelco, 2016). Kapasitas *bucket* bawaan *Excavator* sebesar 1.35 m³. Dan kapasitas *bucket* aktual adalah 0.90 m³. Faktor isiian *bucket* alat muat dapat dihitung sebagai berikut:

$$BFF = \frac{Volume\ Bucket\ Actual}{Volume\ Bucket\ Teoritis} \times 100\% \quad (2)$$

$$BFF = \frac{0.9}{1.35} \times 100\%$$

$$BFF = 67\%$$

Jadi dari hasil faktor pengisian *bucket* atau *Bucket fill factor* sebesar 67%.

Waktu edar (Cycletime)

Waktu edar alat muat dihitung berdasarkan alat melakukan waktu *digging – swing – loading – swing empty*. Berikut merupakan hasil waktu edar alat gali muat *Excavator* Kobelco SK200-10 berdasarkan setiap metode dan *angle of swing*.

Cycletime Excavator metode Bottom loading

Angle of swing 90⁰

Rata rata waktu edar alat gali muat *Excavator* Kobelco SK 200-10 pada metode dan pola tersebut sebesar 25.4 detik. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rata rata waktu edar alat gali muat metode *bottom loading* dan *Angle of swing 90⁰*

<i>Digging</i> (detik)	<i>Swing</i> (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Swing Empty</i> (detik)	CT (detik)
10.36	5.4	5.6	4.03	25.4

Pada pengisian alat angkut sampai terisi penuh dilakukan pengisian sebanyak 12 kali. Lama waktu edar yang dilakukan untuk pengisian penuh setiap alat angkut berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Cycletime\ pengisian\ penuh\ alat\ angkut &= Cycletime\ alat\ muat \times jumlah\ pengisian \\ &= 25.4\ detik \times 12\ pengisian \\ &= 304.8\ detik \end{aligned}$$

Maka total *cycletime* yang dibutuhkan untuk pengisian penuh setiap alat angkut sebesar 308.4 detik.

Angle of swing 180⁰

Rata rata waktu edar alat gali muat *Excavator* Kobelco SK 200-10 pada metode dan pola tersebut sebesar 32.06 detik. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata rata waktu edar alat gali muat metode *bottom loading* dan *Angle of swing 180⁰*

<i>Digging</i> (Detik)	<i>Swing</i> (detik)	<i>Loading</i> (Detik)	<i>Swing Empty</i> (Detik)	CT (Detik)
12.36	7.16	6.43	6.1	32.06

Pada pengisian alat angkut sampai terisi penuh dilakukan pengisian sebanyak 12 kali. Lama waktu edar yang dilakukan untuk pengisian penuh setiap alat angkut berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Cycletime\ pengisian\ penuh\ alat\ angkut &= Cycletime\ alat\ muat \times jumlah\ pengisian \\ &= 32.06\ detik \times 12\ pengisian \\ &= 384.72\ detik \end{aligned}$$

Maka total *cycletime* yang dibutuhkan untuk pengisian penuh setiap alat angkut sebesar 384.72 detik.

**Cycletime Excavator metode Top loading
Angle of swing 90°**

Rata rata waktu edar alat gali muat *Excavator* Kobelco SK 200-10 pada metode dan pola tersebut sebesar 26.4 detik. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rata rata waktu edar alat gali muat metode *top loading* dan *Angle of swing 90°*

<i>Digging</i> (detik)	<i>Swing</i> (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Swing Empty</i> (detik)	CT (detik)
12.96	4.3	5.6	3.56	26.4

Pada pengisian alat angkut sampai terisi penuh dilakukan pengisian sebanyak 12 kali. Lama waktu edar yang dilakukan untuk pengisian penuh setiap alat angkut berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cycletime pengisian penuh alat angkut} &= \text{Cycletime alat muat} \times \text{jumlah pengisian} \\ &= 26.4 \text{ detik} \times 12 \text{ pengisian} \\ &= 316.8 \text{ detik} \end{aligned}$$

Maka total *cycletime* yang dibutuhkan untuk pengisian penuh setiap alat angkut sebesar 316.8 detik.

Angle of swing 180°

Rata rata waktu edar alat gali muat *Excavator* Kobelco SK 200-10 pada metode dan pola tersebut sebesar 32.03 detik. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rata rata waktu edar alat gali muat metode *top loading* dan *Angle of swing 180°*

<i>Digging</i> (detik)	<i>Swing</i> (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Swing Empty</i> (detik)	CT (detik)
12.53	7.03	6.36	6.1	32.03

Pada pengisian alat angkut sampai terisi penuh dilakukan pengisian sebanyak 12 kali. Lama waktu edar yang dilakukan untuk pengisian penuh setiap alat angkut berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cycletime pengisian penuh alat angkut} &= \text{Cycletime alat muat} \times \text{jumlah pengisian} \quad (3) \\ &= 32.03 \text{ detik} \times 12 \text{ pengisian} \\ &= 384.36 \text{ detik} \end{aligned}$$

Maka total *cycletime* yang dibutuhkan untuk pengisian penuh setiap alat angkut sebesar 384.36 detik.

Angle of swing bebas

Rata rata waktu edar alat gali muat *Excavator* Kobelco SK 200-10 pada metode dan pola tersebut sebesar 40 detik. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rata rata waktu edar alat gali muat metode *top loading* dan *angle of swing bebas*

<i>Digging</i> (detik)	<i>Swing</i> (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Swing Empty</i> (detik)	CT (detik)
16.1	7.8	7.3	8.6	40

Pada pengisian alat angkut sampai terisi penuh dilakukan pengisian sebanyak 12 kali. Lama waktu edar yang dilakukan untuk pengisian penuh setiap alat angkut berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cycletime pengisian penuh alat angkut} &= \text{Cycletime alat muat} \times \text{jumlah pengisian} \\ &= 40 \text{ detik} \times 12 \text{ pengisian} \\ &= 480 \text{ detik} \end{aligned}$$

Maka total *cycletime* yang dibutuhkan untuk pengisian penuh setiap alat angkut sebesar 480 detik.

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai saat bekerja dengan waktu tersedia yang dinyatakan dalam persentase (%) (Partanto). Efisiensi kerja yang didapatkan setelah analisis langsung dilapangan berdasarkan waktu edar unit bekerja, dikarenakan waktu kerja unit dipengaruhi oleh kemampuan produksi alat, faktor kemampuan operator, mesin, dan kondisi kerja yang menyeluruh akan berpengaruh terhadap waktu kerja tersedia. Berikut perhitungan nilai efisiensi kerja berdasarkan pengamatan :

Bottom loading 90⁰

$$E = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\% \quad (4)$$

$$E = \frac{52 \text{ Menit}}{60 \text{ Menit}} \times 100\%$$

$$E = 87\%$$

Efisiensi kerja alat pada metode *bottom loading* dengan sudut 90 derajat sebesar 87%

Bottom loading 180⁰

$$E = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\%$$

$$E = \frac{54 \text{ Menit}}{60 \text{ Menit}} \times 100\%$$

$$E = 90\%$$

Efisiensi kerja alat pada metode *bottom loading* dengan sudut 180 derajat sebesar 90%

Top loading 90⁰

$$E = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\%$$

$$E = \frac{48 \text{ Menit}}{60 \text{ Menit}} \times 100\%$$

$$E = 82\%$$

Efisiensi kerja alat pada metode *top loading* dengan sudut 90 derajat sebesar 82%

Top loading 180⁰

$$E = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\%$$

$$E = \frac{51 \text{ Menit}}{60 \text{ Menit}} \times 100\%$$

$$E = 85\%$$

Efisiensi kerja alat pada metode *top loading* dengan sudut 180 derajat sebesar 85%

Top Loading bebas

$$E = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\%$$

$$E = \frac{38 \text{ Menit}}{60 \text{ Menit}} \times 100\%$$

$$E = 80\%$$

Efisiensi kerja alat pada metode *top loading* dengan sudut putar bebas sebesar 80%

Ketersediaan Aktual Alat Gali Muat

Ketersediaan alat diperhitungkan berdasarkan data waktu yang mempengaruhi yaitu waktu kerja tersedia. Adapun data waktu yang dibutuhkan adalah data jam kerja tersedia (*Available Hours*), waktu Kerja Efektif (*Effective Working Hours*), waktu tunggu unit produksi (*Standby Hours*), dan waktu *engine off* (*Repair Hours*). Nilai Ketersediaan alat gali dan muat terdiri dari *MA* (*Mechanical Availability*), *PA* (*Physical Availability*), *UA* (*Use Of Availability*), dan *EU* (*Effective Utilization*). Adapun nilai ketersediaan unit dapat tergolong menjadi beberapa kategori, mulai dari baik hingga kurang baik maupun kategori buruk. Nilai 83% - 92% masuk ke kategori baik, 75% - 83% dikatakan kategori sedang, lalu rentang nilai 67% - 75% adalah kondisi kurang dan jika nilai kurang dari 67% maka masuk ke kategori buruk (Partanto,1993). Dari perhitungan ketersediaan unit, dapat diperoleh nilai-nilai dengan penjelasan sebagai berikut :

Ketersediaan Excavator Kobelco SK200-10 dalam 1 hari

Tabel 7. Ketersediaan Excavator Kobelco SK200-10 dalam 1 hari

Waktu Tersedia (Jam)	10
Waktu Hambatan (Jam)	1.73
Waktu Efektif	8.27
<i>Standby Hours</i> (S) (Jam)	1.58
<i>Repair Hours</i> (R) (Jam)	0.142
<i>Working Hours</i> (W) (Jam)	8.27

Dari tabel pengamatan diatas dapat ditentukan *MA (Mechanical Availability)*, *PA(Physical Availability)*, *UA (Use Of Availability)* dan *EU (Effective Utilization)*.

MA (Mechanical Availability)

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

$$MA = \frac{8.27}{8.27+0.142} \times 100\%$$

$$MA = 98\%$$

PA (Physical Availability)

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

$$PA = \frac{8.27+1.59}{8.27+0.142+1.59} \times 100\%$$

$$PA = 90\%$$

UA (Use Of Availability)

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

$$UA = \frac{8.27}{8.27+1.59} \times 100\%$$

$$UA = 84\%$$

EU (Effective Utilization)

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \times 100\% \quad (8)$$

$$EU = \frac{8.27}{8.27+0.142+ 1.59} \times 100\%$$

$$EU = 82\%$$

Jadi waktu efisiensi kerja yang dimiliki oleh alat gali muat (*Excavator*) Kobelco SK 200-10 selama 1 hari sebesar 82.7% (8.27 jam).

Ketersediaan *Excavator* Kobelco SK200-10 dalam 1 minggu

Tabel 8. Ketersediaan *Excavator* Kobelco SK200-10 dalam 1 minggu

Waktu Tersedia (Jam)	70
Waktu Hambatan (Jam)	12.11
Waktu Efektif	57.89
<i>Standby Hours (S)</i> (Jam)	11.11
<i>Repair Hours (R)</i> (Jam)	1
<i>Working Hours (W)</i> (Jam)	57.89

Dari tabel pengamatan diatas dapat ditentukan *MA (Mechanical Availability)*, *PA(Physical Availability)*, *UA (Use Of Availability)* dan *EU (Effective Utilization)*.

MA (Mechanical Availability)

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\%$$

$$MA = \frac{57.89}{57.89+1} \times 100\%$$

$$MA = 98\%$$

PA (Physical Availability)

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$$

$$PA = \frac{57.89 + 11.11}{57.89 + 1 + 11.11} \times 100\%$$

$$PA = 98\%$$

UA (Use Of Availability)

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{57.89}{57.89 + 11.11} \times 100\%$$

$$UA = 84\%$$

EU (Effective Utilization)

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \times 100\%$$

$$EU = \frac{57.89}{57.89 + 11.11} \times 100\%$$

$$EU = 82\%$$

Jadi waktu efisiensi kerja yang dimiliki oleh alat gali muat *Excavator Kobelco SK 200-10* selama 1 minggu sebesar 82.7% (57.89 jam)

Produktivitas Alat

Untuk mengetahui produktivitas alat gali dan muat diperlukan data *cycletime*, efisiensi kerja alat, kapasitas *bucket*, *bucket fill factor*, dan data *swell factor* (Herwin, 2004). Berikut merupakan hasil produktivitas alat gali dan muat *Excavator Kobelco SK 200-10* berdasarkan setiap metode dan *angle of swing*:

Produktivitas Secara Teoritis Metode *Bottom Loading*

Angle of swing 90°

Excavator dengan kapasitas *bucket* 1.35 m³ ini digunakan untuk mengambil material *limestone* pada *front A* pada PT Cicitih Putra Sukabumi dengan perhitungan produktivitas alat gali dan muat dengan metode loading dan *angle of swing* sebagai berikut :

Kapasitas <i>bucket</i> (q)	: 1.35 m ³
<i>Bucket fill factor</i> (BFF)	: 0.67
<i>Swell factor</i> (Sf)	: 0.57
Efisiensi Kerja(Ek)	: 87%
<i>Cycletime</i> (Ctam)	: 25.4 detik

$$Q = q \times \frac{3600}{Ctam} \times BFF \times SF \times EK \quad (9)$$

$$Q = 1.35 \times \frac{3600}{25.4} \times 0.67 \times 0.57 \times 87\%$$

$$Q = 63.167 \text{ Bcm/jam}$$

Hasil dari produktivitas dari metode *bottom loading* dan *swing of angle 90°* adalah 63.167 Bcm/jam

Angle of swing 180°

Excavator dengan kapasitas *bucket* 1.35 m³ ini digunakan untuk mengambil material *limestone* pada *front A* pada PT Cicitih Putra Sukabumi dengan perhitungan produktivitas alat gali dan muat dengan metode loading dan *angle of swing* sebagai berikut :

Kapasitas <i>bucket</i> (q)	: 1.35 m ³
<i>Bucket fill factor</i> (BFF)	: 0.67
<i>Swell factor</i> (Sf)	: 0.57
Efisiensi Kerja(Ek)	: 90%
<i>Cycletime</i> (Ctam)	: 32.06 detik

$$Q = q \times \frac{3600}{Ctam} \times BFF \times SF \times EK$$

$$Q = 1.35 \times \frac{3600}{32.06} \times 0.67 \times 0.57 \times 90\%$$

$$Q = 52.092 \text{ Bcm/jam}$$

Hasil dari produktivitas dari metode *bottom loading* dan *swing of angle 180°* adalah 52.092 Bcm/jam

Produktivitas Secara Teoritis Metode *Top Loading*

Angle of swing 90°

Excavator dengan kapasitas *bucket* 1.35 m³ ini digunakan untuk mengambil material *limestone* pada *front A* pada PT Cicitih Putra Sukabumi dengan perhitungan produktivitas alat gali dan muat dengan metode loading dan *angle of swing* sebagai berikut :

Kapasitas <i>bucket</i> (q)	: 1.35 m ³
<i>Bucket fill factor</i> (BFF)	: 0.67

Swell factor(*Sf*) : 0.57
Efisiensi Kerja(*Ek*) : 82%
Cycletime(*Ctam*) : 26.4 detik

$$Q = q \times \frac{3600}{C_{tam}} \times BFF \times SF \times EK$$

$$Q = 1.35 \times \frac{3600}{26.4} \times 0.67 \times 0.57 \times 82\%$$

Q= 55.80 Bcm/jam

Hasil dari produktivitas dari metode *top loading* dan *swing of angle 90°* adalah 55.80 Bcm/jam

Angle of swing 180°

Excavator dengan kapasitas *bucket* 1.35 m³ ini digunakan untuk mengambil material *limestone* pada *front A* pada PT Cicatih Putra Sukabumi dengan perhitungan produktivitas alat gali dan muat dengan metode loading dan *angle of swing* sebagai berikut :

Kapasitas *bucket*(*q*) : 1.35 m³
Bucket fill factor(*BFF*) : 0.67
Swell factor(*Sf*) : 0.57
Efisiensi Kerja(*Ek*) : 85%
Cycletime(*Ctam*) : 32.03 detik

$$Q = q \times \frac{3600}{C_{tam}} \times BFF \times SF \times EK$$

$$Q = 1.35 \times \frac{3600}{32.03} \times 0.67 \times 0.57 \times 85\%$$

Q=49.40 Bcm/jam

Hasil dari produktivitas dari metode *top loading* dan *swing of angle 180°* adalah 49.40 Bcm/jam

Angle of swing bebas

Excavator dengan kapasitas *bucket* 1.35 m³ ini digunakan untuk mengambil material *limestone* pada *front A* pada PT Cicatih Putra Sukabumi dengan perhitungan produktivitas alat gali dan muat dengan metode yang digunakan oleh perusahaan sebagai berikut :

Kapasitas *bucket*(*q*) : 1.35 m³
Bucket fill factor(*BFF*) : 0.67
Swell factor(*Sf*) : 0.57
Efisiensi Kerja(*Ek*) : 80%
Cycletime(*Ctam*) : 40 detik

$$Q = q \times \frac{3600}{C_{tam}} \times BFF \times SF \times EK$$

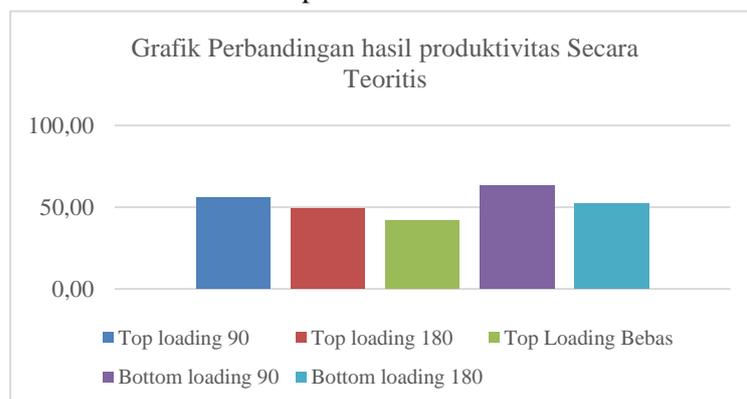
$$Q = 1.35 \times \frac{3600}{40} \times 0.67 \times 0.57 \times 80\%$$

Q=40.29 Bcm/jam

Hasil dari produktivitas dari metode yang digunakan oleh perusahaan adalah 40.29 Bcm/jam

Perbandingan produktivitas perhitungan secara aktual

Dari perbandingan pada grafik diatas maka dapat dilihat bahwa perbedaannya, untuk setiap perbedaan *angle of swing* mempengaruhi perbedaan produktivitas, karena *angle of swing* mempengaruhi *cycletime*, dan *cycletime* menentukan nilai produktivitas.



Gambar 2. Perbandingan produktivitas secara actual

Produktivitas dengan Software TALPAC Metode Top Loading

Angle of swing 90°

Untuk perhitungan dengan software TALPAC parameter yang dimasukkan sama semua untuk bagian material, roster, haul cycle, dan truck type yang membedakan hanya bagian loading unit. Hasil dari produktivitas dari metode top loading dan swing of angle 90° menggunakan software TALPAC adalah 45.65 Bcm/jam.

Angle of swing 180°

Untuk perhitungan dengan software TALPAC parameter yang dimasukkan sama semua untuk bagian material, roster, haul cycle, dan truck type yang membedakan hanya bagian loading unit. Hasil dari produktivitas dari metode top loading dan swing of angle 180° menggunakan software TALPAC adalah 40.74 Bcm/jam.

Produktivitas dengan Software TALPAC Metode Bottom Loading

Angle of swing 90°

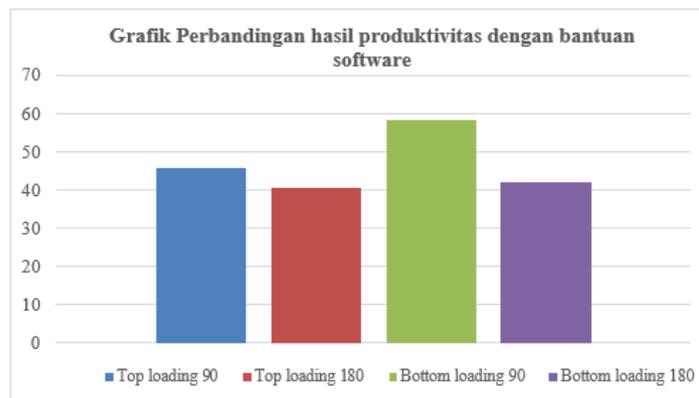
Untuk perhitungan dengan software TALPAC parameter yang dimasukkan sama semua untuk bagian material, roster, haul cycle, dan truck type yang membedakan hanya bagian loading unit. Hasil dari produktivitas dari metode bottom loading dan swing of angle 90° menggunakan software TALPAC adalah 58.15 Bcm/jam.

Angle of swing 180°

Untuk perhitungan dengan software TALPAC parameter yang dimasukkan sama semua untuk bagian material, roster, haul cycle, dan truck type yang membedakan hanya bagian loading unit. Hasil dari produktivitas dari metode bottom loading dan swing of angle 180° menggunakan software TALPAC adalah 41.88 Bcm/jam.

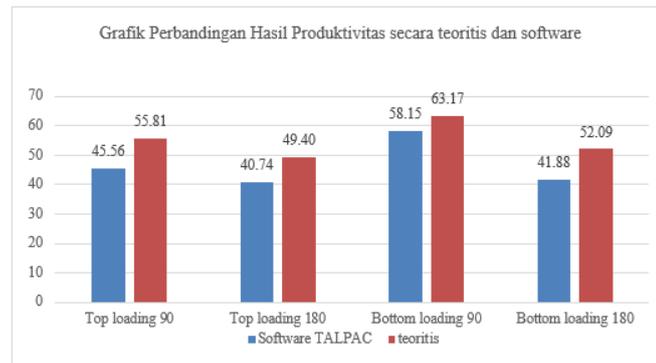
Perbandingan produktivitas perhitungan dengan software

Dari 2 metode dengan 2 swing of angle yang berbeda dapat terlihat hasil dari produktivitas menggunakan software TALPAC dalam bentuk grafik. Dari perbandingan pada grafik diatas maka dapat dilihat bahwa perbedaannya sama dengan perhitungan secara aktual, untuk setiap perbedaan angle of swing mempengaruhi perbedaan produktivitas, karena angle of swing mempengaruhi cycledtime, dan cycledtime menentukan nilai produktivitas.



Gambar 3. Perbandingan produktivitas hasil software TALPAC

Perbandingan produktivitas perhitungan secara aktual dengan perhitungan dengan software



Gambar 4. Perbandingan hasil produktivitas secara aktual dengan hasil perhitungan di *software TALPAC*

Dari hasil perbandingan perhitungan secara aktual dan *software* dapat dilihat bahwa hasil perhitungan secara aktual lebih besar dari pada perhitungan dengan *software TALPAC*, hal ini dikarenakan perhitungan dengan *software TALPAC* mempertimbangkan atau menghitung juga beberapa faktor seperti pada bagian *haul cycle* yang meliputi *grade* jalan, superelevasi, kecepatan alat dan jarak pengangkutan. Pada bagian *loader unit* juga memperhitungkan nilai *cycletime* yang bisa dibilang tetap seperti itu berbeda dengan nilai aktual yang bisa lebih cepat setiap siklus nya memiliki waktu yang berbeda beda sehingga perhitungan pada *TALPAC* akan menganalisa lebih detail.

PENUTUP

Dengan perhitungan *software TALPAC* dalam menentukan nilai produktivitas alat gali muat dengan metode *Bottom Loading* diperoleh 58.15 bcm/jam untuk *angle of swing 90°* dan 41.88 Bcm/jam untuk *angle of swing 180°*. Untuk metode *Top Loading* diperoleh 45.56 Bcm/jam untuk *angle of swing 90°* dan 40.74 Bcm/jam untuk *angle of swing 180°*. Perhitungan nilai produktivitas alat gali dan muat secara aktual pada dengan metode *Bottom Loading* diperoleh 63.17 bcm/jam untuk *angle of swing 90°* dan 52.09 Bcm/jam untuk *angle of swing 180°*. Selanjutnya dengan metode *Top Loading* diperoleh 55.81 Bcm/jam untuk *angle of swing 90°* dan 49.40 Bcm/jam untuk *angle of swing 180°*. Dari hasil perbandingan nilai antara metode perhitungan teoritis dan penggunaan *software*, lebih besar nilai produktivitas pada perhitungan metode teoritis ini disebabkan karena perhitungan dengan *TALPAC* mempertimbangkan faktor *haul cycle* yang meliputi *grade resistance*, *rolling resistance*, *curve angle*, *max speed*, dan jarak pengangkutan sehingga *TALPAC* akan menganalisa lebih detail. Metode yang baik digunakan yaitu *bottom loading* dengan *swing of angle 90°* karena jarak *swing* yang terbilang dekat menghasilkan waktu edar yang cepat membuat alat efektif dan posisi alat gali muat yang sudah sejajar dengan *hauling* menghasilkan kerja alat efektif karena tidak berfokus juga pada perbaikan *front*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada PT Cicatih Putra Sukabumi atas segala bantuannya baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Tenrisukki Tenriajeng. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanik (Alat – Alat Berat)* Jakarta, Penerbit Guna Darma
- Dokumentasi Studi Kelayakan PT Cicatih Putra Sukabumi*, (2020)
- Handayan, E., 2015. *Efisiensi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pembangunan Tpa (Tempat Pemrosesan Akhir) Desa dan Kec. Muara Bulian Kab. Batanghari*. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 15(3), 90–95.

- Hermanto, B.Kusnama, Effendi A.C. 1998. *Peta geologi lembar Bogor, Jawa (peta) = Geological map of the Bogor quadrangle, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Jawa Barat.
- Herwin 2004. *Estimasi Biaya Angkut Overburden dan Batubara dengan Menggunakan Truck CWB 520 LDN : Studi kasus di PT. Mantri Diraja Jobsite*. Jakarta.
- Indonesianto, Yanto .2012. *Pemindahan tanah mekanis*. Yogyakarta : Program Studi Teknik Pertambangan UPN Veteran.
- Indonesianto, Yanto. 2015. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Jefri, Galung. 2014. *Pengangkutan dan Pemuatan*. Universitas Karimun, Kepulauan Riau.
- Kadir, Effendi. 2008. “Pemindahan Tanah Mekanis”. Palembang: Universitas Sriwijaya. Fifth Edition”. McGraw-Hill. New York.
- Kelly, Errol G. and David J. Spottiswood, 1982, *Introduction Mineral Processing*, Jhon Wiley & Sons, Canada, 199.
- KOBELCO. 2016. *Kobelco Construction Machinery. Spesification and Manual Shop Hydraulic Excavator Model SK200-10/SK200lc-10*.
- Kusmiyarti, T. B. 2015. *Agrogeologi dan lingkungan*. Penuntun Praktikum Agrogeologi, 1–42.
- Mustaqim, Rizqi. 2019. *Studi Produktivitas Alat Gali Muat Berdasarkan Spesific Swing Angle : Studi Kasus Pit C PT. International Prima Coal, Samarinda, Kalimantan Timur [Skripsi]*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Nichols, and David, Day. 1999. *Moving the Earth: The Workbook of Excavation*
- Partanto, 1983. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Rahman, H. T. 2019. *Evaluasi teknis dan ekonomi alat gali-muat pada penambangan batuan andesit di pt nurmuda cahaya, kecamatan batujajar, kabupaten bandung barat, provinsi jawa barat*.
- Rizco. 2021. “*Studi Efisiensi Biaya Operasi Kegiatan Overburden Removal Pada Pit 1 PT Jambi Prima Coal, Mandiangin, Sarolangun, Jambi*” [Skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Rochmanhadi, 1992. *Alat – alat berat dan penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sujanto, F. X., & Sumantri, Y. R. (1977). *Preliminary study on the Tertiary depositional patterns of Java*. In Indonesian Petroleum Association, Proceeding 6th Annual Convention (pp. 183–213).
- Sundari, W. 2019. *Evaluasi Pola Peledakan ditinjau Dari Pada Karakteristik Massa Batuan Wilayah Iup Pt Rpp Contractor Indonesia Job Site Jembayan Desa Buana Jaya Tenggara Seberang Kalimantan timur*. Ilmiah Teknologi FST Undana, 13(2), 40–50.
- Wedhanto, S. 2009. Produktivitas alat berat. *Alat Berat Dan Pemindahan Tanah Mekanis*, 46–64.