



## ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PENAMBANGAN BATUGAMPING PT. SEMEN INDONESIA TBK, KABUPATEN TUBAN JAWA TIMUR

Faishol Amir<sup>[1]</sup>, Yazid Fanani<sup>[1]</sup>, dan Avellyn Shintya Sari<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: faisolamir129f@gmail.com

### **ABSTRAK**

Sistem penambangan yang digunakan PT. Semen Indonesia, TBK adalah sistem tambang terbukadengan target produksi penambangan batugamping sebesar 273,36 ton/jam dalam 1 shif kerja. Alat gali muat menggunakan excavator Komatsu PC 400-LC. Alat angkut menggunakan dump truck Scania P 380 dan Quester CWE 370. Penelitian dilakukan pada 4 blok penambangan yaitu blok V11, X07, Z18, dan Q12 dengan waktu kerja tersedia 10 jam dalam 1 shift kerja. Berdasarkan hasil penelitian, produktivitas alat gali muat Komatsu PC 400-LC untuk blok V11, X07, Z18, dan Q12 sebesar 106,85 ton/jam, 64,97 ton/jam, 96,38 ton/jam, dan 76,68 ton/jam. Produktivitas alat gali muat sebesar 344,88 ton/jam sudah mencapai target produksi. Sedangkan produktivitas alat angkut Scania P 380 dan Quester CWE 370 pada blok V11, Z18, X07, dan Q12 dengan total sebesar 195,13 ton/jam sehingga belum mencapai target produksi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi alat angkut karena lamanya waktu edar. Lamanya waktu edar disebabkan antara lain karena adanya waktu tunggu sebelum manuver untuk dumping, lamanya waktu untuk manuver dumping, dumping material bergantian antar dump truck, antrian pada loading point dan lamanya waktu manuver di loading point. Sehingga untuk mencapai target produksi harus dilakukan optimasi untuk meminimalkan hambatan tersebut sehingga waktu edar alat angkut dapat dipersingkat. Setelah dilakukan optimasi didapatkan produktivitas alat angkut Scania P 380 dan Quester CWE 370 untuk blok V11, Z18, X07, dan Q12 masing-masing sebesar 83,31 ton/jam, 77,06 ton/jam, 62,66 ton/jam, dan 51,16 ton/jam dengan total produktivitas alat angkut keseluruhan sebesar 274,20 ton/jam sehingga target produksi dapat dicapai.

*Kata kunci:* alat gali muat, alat angkut, batugamping, optimasi, waktu edar

### **PENDAHULUAN**

PT. Semen Indonesia (persero) Tbk merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang industri semen nasional dan membuka penambangan batugamping ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan metode tambang terbuka atau bisa dikenal dengan istilah *surface mining*.

Metode tambang terbuka adalah Penambangan yang segala aktivitas penambangannya dilakukan diatas atau relatif dekat dengan permukaan bumi dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara bebas (Nurhakim, 2004). Berdasarkan letak endapan yang digali PT. Semen Indonesia menggunakan tipe penambangan *side hill quarry*, dimana sistem panambangan ini sangatlah berpengaruh untuk menunjang kebutuhan produksi dan target produksi yang harus dicapai.

Kegiatan Penambangan di PT. Semen Indonesia terdiri dari kegiatan pembongkaran material, pemuatan dan pengangkutan material menuju ke lokasi pengolahan (Sari dkk., 2016). Pada kegiatan penambangan terdapat beberapa permasalahan yang mungkin terjadi, baik pada tahapan pemuatan

maupun pengangkutan. Permasalahan tersebut antara lain permasalahan pada *front* penambangan, permasalahan pada jalan angkut, dan permasalahan waktu kerja efektif. Berdasarkan masalah-masalah diatas, dapat diketahui bahwa peralatan produktivitas operasi penambangan sangat berpengaruh untuk menunjang target produksi. Target produksi yang ditetapkan oleh PT. Semen Indonesia adalah 273,36 Ton/jam untuk shif 1 kerja.

Dengan beberapa permasalahan di atas maka fokus penelitian ini adalah untuk mengatasi permasalahan yang dapat terjadi dan memberikan rekomendasi agar produktivitas peralatan penambangan dapat optimal. Karena pentingnya produktivitas peralatan untuk mencapai target produksi maka perlu dilakukan analisis produktivitas alat gali muat dan alat angkut.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)**

Maksud pengembangan material yaitu perubahan volume apabila material diganggu dari bentuk aslinya (Prodjosumarto, 2000). Untuk menyatakan

faktor pengembangan volume material (*swell factor*) dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1: Faktor Pengembangan Volume Material (Swell Factor)

Jenis Material	Kondisi Material		
	Material Asli	Material Lepas	Material Dipadatkan
Pasir	1,00	1,11	0,95
Tanah liat berpasir/ tanah biasa	1,00	1,25	0,90
Tanah liat	1,00	1,25	0,90
Tanah liat bercampur kerikil	1,00	1,13	1,03
Kerikil	1,00	1,13	1,03
Kerikil kasar	1,00	1,42	1,22
Pecahan cadas/ batuan lunak	1,00	1,65	1,31
Pecahan granit/ batuan keras	1,00	1,70	1,31
Pecahan batu	1,00	1,75	1,40
Batuan hasil peledakan	1,00	1,80	1,30

**Faktor Pengisian Mangkuk (Bucket Fill Factor)**

Faktor pengisian (*fill factor*) merupakan perbandingan antara kapasitas nyata material yang masuk kedalam mangkuk dengan kapasitas teoritis dari alat gali muat tersebut dinyatakan dalam persen (%) (Fanani dkk., 2016).

Untuk mengetahui spesifikasi alat gali muat *bucket fill factor* dapat dilihat pada faktor pengisian (*fill factor*) dibawah ini.

Tabel 2: Faktor Pengisian Mangkuk (Bucket Fill Factor)

Jenis Pemuatan	Kondisi Pemuatan	Faktor
Pemuatan Ringan	Menggali dan memuat material tanpa memerlukan daya gali yang besar, sehingga material dapat munjung diatas bucket; pasir, tanah pasir, menggali tanah yang lunak; tanah penutup.	1,0 – 0,8
Pemuatan Sedang	Menggali dan memuat material dari tanah lepas yang lebih sukar untuk digali tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung; pasir kering, tanah berpasir, tanah bercampur tanah liat, gravel yang belum disaring, tanah liat, pasir padat, atau menggali pasir padat digumung pasir.	0,8 – 0,6
Pemuatan Sedikit Sulit	Menggali dan memuat batuh pecah, tanah liat yang keras, pasir bercampur gravel, tanah berpasir, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah ada di stockpile.	0,6 – 0,5
Pemuatan Sulit	Bongkahan, batu besar yang bentuknya tidak teratur, batu hasil ledakan, pasir bercampur batu besar, tanah berpasir, tanah bercampur lempung, tanah liat yang tidak bisa dimuat kedalam bucket.	0,5 – 0,4

Berdasarkan (Fanani dkk., 2016) :

$$ff = \frac{Vn}{Vt} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Ff = Faktor pengisian bucket
- Vn = Volume nyata (m<sup>3</sup>)
- Vt = Volume teoritis (m<sup>3</sup>)

**Efisiensi Kerja**

Efisiensi kerja adalah perbandingan waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia yang dinyatakan dalam persen. Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kerja atau waktu kerja yang tersedia yang sudah dikurangi dengan waktu hambatan kerja (Ichsannudin dkk., 2018).

Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$Wke = Wkt - Wht \dots\dots\dots(2)$$

$$EK = \frac{Wke}{Wkt} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- Wke = Waktu kerja efektif (menit).
- EK = Waktu edar alat angkut (menit).
- Wkt = Waktu kerja tersedia (menit).
- Wht = Waktu hambatan (menit).

Efisiensi kerja dapat dihitung berdasarkan waktu kerja efektif, waktu *repair* dan waktu *standby*. Berikut merupakan hasil penilaian efisiensi kerja alat mekanis.

Tabel 3: Efisiensi Kerja Alat Mekanis

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Untuk mengetahui layak tidaknya suatu alat mekanis dalam kegiatan produksi dapat dilihat dari kesediaan alat tersebut (Prodjosumarto, 2000). Dengan memakai tingkat ketersediaan dan pemakaian efektif alat maka diketahui sejauh mana efisiensi alat yang telah beroperasi, yaitu :

**Penggunaan efektif (effective utilization)**

Faktor yang menunjukkan berapa persen seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk bekerja. Penggunaan efektif dapat diperoleh dengan rumus (Prodjosumarto, 2000):

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

Keterangan:

- W = Working hours, jumlah jam kerja alat.
- W+R+S = Scheduled hours, jadwal kerja alat untuk beroperasi.

**Tingkat Penggunaan Alat (*Use of Availability*)**

Efisiensi kerja alat selama waktu kerja tersedia yang bertujuan untuk mengetahui berapa efektif alat yang tidak rusak dapat dimanfaatkan. Kegunaan kesediaan dapat diperoleh dari rumus (Prodjosumarto, 2000):

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

Keterangan:

- W = *Working hours*, jumlah jam kerja alat.
- S = *Standby hours*, alat yang tidak dapat digunakan padahal alat tidak rusak.

**Kesediaan Fisik (*Physical Availability*)**

Faktor yang melihat kesediaan alat untuk melaksanakan kerja dengan memperhatikan waktu yang hilang karena rusaknya jalan, faktor cuaca dan lain-lain. Kesediaan fisik dapat diperoleh dengan rumus (Prodjosumarto, 2000):

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

Keterangan :

- S = *Standby hours*, alat yang tidak dapat digunakan padahal alat tidak rusak.
- W+S+R = *Scheduled hours*, jadwal kerja alat.

**Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)**

Faktor yang memperlihatkan kesediaan alat untuk melakukan pekerjaan dengan memperhatikan waktu hilang yang dipakai untuk perbaikan mesin, perawatan dan alasan mekanis lainnya. Kesediaan mekanis diperoleh dengan rumus (Prodjosumarto, 2000):

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

- W = *Working hours*, jumlah jam kerja alat.
- R = *Repair hours*, waktu perbaikan yang hilang karena menunggu perbaikan alat termasuk waktu untuk menyediakan suku cadang.

**Waktu Edar (*Cycle Time*)**

Waktu yang diperlukan alat mekanis baik alat gali muat maupun alat angkut agar mendapatkan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap memulai lagi.

Untuk dapat menghitung waktu edar alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Fanani dkk., 2016):

$$CT_m = A_{m1} + B_{m2} + C_{m3} + D_{m4} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- CT<sub>m</sub> = Total waktu edar alat gali muat (detik).
- A<sub>m1</sub> = Waktu penggalian muatan (detik).

- B<sub>m2</sub> = Waktu mengayun muatan (detik).
- C<sub>m3</sub> = Waktu menumpahkan muatan (detik).
- D<sub>m4</sub> = Waktu mengayun kosong (detik).

$$C_{ta} = A_{a1} + B_{a2} + C_{a3} + D_{a4} + E_{a5} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

- CT<sub>a</sub> = Total waktu edar alat angkut (detik).
- A<sub>a1</sub> = Waktu mengatur posisi (detik).
- B<sub>a2</sub> = Waktu mengisi material (detik).
- C<sub>a3</sub> = Waktu angkut (detik).
- D<sub>a4</sub> = Waktu tumpah (detik).
- E<sub>a5</sub> = Waktu kembali kosong (detik).

**Statistik Deskriptif**

Metode ini berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data sampel. Dalam mempermudah penyusunan statistik deskriptif dapat dibagi menjadi :

1. Tabel

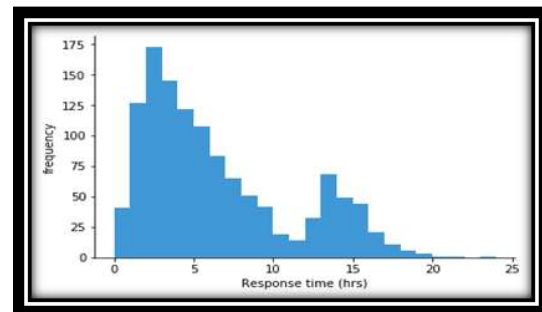
Menentukan dan menjabarkan data yang didapat maka perlu adanya penggunaan tabel, tabel tersebut berisi daftar nilai data yang berbeda baik data tunggal dan data kelompok sekaligus nilai frekuensinya.

2. Grafik

Sedangkan dengan menggunakan grafik lebih mempermudah dalam hal menunjukkan karakteristik serta kecenderungan tertentu dari sekumpulan data. Dalam mempermudah mendistribusikan frekuensi data grafik dapat menggunakan dengan pembuatan grafik :

a. Histogram

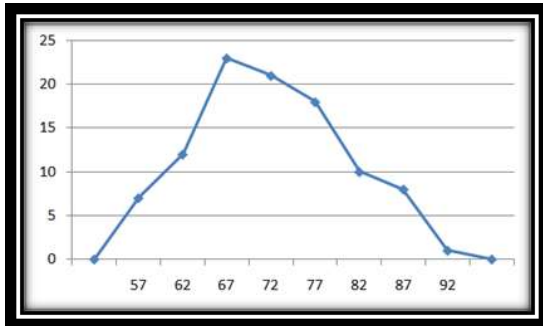
Suatu grafik dari distribusi frekuensi dari sebuah variabel. Tampilan histogram pada umumnya berwujud balok. Lebar balok akan menunjukkan suatu jarak dari batas kelas interval, sementara untuk tinggi balok akan menunjukkan besarnya frekuensi suatu data. Berikut ini gambar grafik histogram :



Gambar 1: Grafik Histogram

b. Poligon

Tampilan dari poligon juga pada umumnya berupa garis-garis patah yang didapatkan dengan cara menghubungkan puncak pada masing-masing nilai tengah kelas. Berikut ini gambar dari grafik poligon.



Gambar 2: Grafik Poligon

Salah satu aspek yang paling penting dalam menunjukkan distribusi data dalam statistik deskriptif yaitu nilai pusat pengamatan atau nilai sentral. Adapun ukuran tendensi sentral yang sering dimanfaatkan, diantaranya yaitu:

1. Rata-Rata Atau Mean

Mean ini dihitung dengan menjumlahkan seluruh nilai data pengamatan lalu dibagi dengan banyaknya data. Untuk menentukan nilai rata-rata dapat menggunakan rumus ebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

- X = Data ke N.
- $\bar{x}$  = Nilai rata-rata sampel.
- N = Banyaknya data.

2. Min

Min digunakan untuk mengetahui nilai data terkecil dari data yang didapat.

3. Max

Max digunakan untuk mengetahui nilai data tertinggi dari data yang didapat.

4. Modus

Modus merupakan sautu data yang paling sering muncul atau terjadi. Modus dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M_o = L + i \frac{b_1}{b_1 + b_2} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

- Mo = Modus
- L = Tepi bawah kelas yang memiliki frekuensi tertinggi (kelas modus).

i = Interval kelas.

b1 = Frekuensi kelas modus dikurangi frekuensi kelas interval terdekat sebelumnya.

b2 = Frekuensi kelas modus dikurangi frekuensi kelas interval terdekat sesudahnya.

5. Median

Median menentukan letak tengah data setelah data disusun menurut urutan nilainya.. Mencari median dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Median = B_{bk} + c \frac{s}{fM} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

- B<sub>bk</sub> = Batas kelas atas median.
- c = Lebar kelas.
- s = Selisih antara nomor frekuensi median dengan frekuensi kumulatif.
- fM = Frekuensi kelas median.

6. Standart Deviasi

Standar Deviasi dan Varians Simpangan baku merupakan variasi sebaran data. Semakin kecil nilai sebarannya berarti variasi nilai data makin sama Jika sebarannya bernilai 0, maka nilai semua datanya adalah sama. Semakin besar nilai sebarannya berarti data semakin bervariasi. Dalam menentukan standart deviasi dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

- x = Data ke n.
- $\bar{x}$  = Nilai rata-rata sampel.
- n = Banyaknya data.

**Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut**

Produktivitas alat gali muat yaitu kemampuan alat untuk melakukan pekerjaan dalam waktu tertentu. Produktivitas alat gali muat dinyatakan dalam ton/satuan waktu. Sedangkan produktivitas alat angkut yaitu kemampuan untuk melakukan pekerjaan dalam waktu tertentu. Produktivitas alat angkut dinyatakan dalam ton/jam, ton/hari dan lain sebagainya (Prodjosumarto, 2000).

Untuk menghitung produktivitas alat gali muat dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_m = (60/Ct) \times C_m \times F \times sf \times Eu \text{ (ton/jam)} \dots\dots (14)$$

Keterangan:

- Qm = Produktivitas alat gali muat (ton/jam).
- Ctm = Waktu edar alat gali muat sekali pemuatan (detik).

- Cm = Kapasitas baku mangkuk alat gali muat (m<sup>3</sup>).  
 F = Faktor pengisian (%).  
 Eu = *Effective Utilization* (%).  
 Sf = *Swell factor*.

Sedangkan untuk menghitung produktivitas alat angkut dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Qa = (60/Ct) \times Ca \times sf \times Eu \text{ (ton/jam)} \dots \dots \dots (15)$$

Keterangan :

- Qa = Produktivitas alat gali angkut (ton/jam).  
 Cta = Waktu edar alat gali angkut (menit).  
 Eu = *Effective Utilization* (%).  
 Sf = *Swell factor*.  
 Ca = Kapasitas bak alat angkut (m<sup>3</sup>).  
     = n x Cm x F  
 n = Jumlah pengisian mangkuk alat gali muat.  
 Cm = Kapasitas baku mangkuk alat gali muat (m<sup>3</sup>).  
 F = Faktor pengisian (%).

**Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut (Match Factor)**

Alat gali muat dan alat angkut dikatakan serasi apabila produksi alat gali muat sama dengan alat angkut, sehingga diantara keduanya tidak ada waktu tunggu dan dapat mencapai produksi maksimal (Nurwaskito dkk., 2015).

Untuk mengetahui keserasian kerja (*match factor*) antara alat gali muat dan alat angkut dalam satu sistem kerja dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$MF = \frac{Na \times CTm}{Nm \times Cta} \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan :

- MF = Match Factor.  
 Na = Jumlah alat angkut per-unit.  
 CTm = Waktu edar pemuatan (detik).  
 Nm = Jumlah alat muat per-unit.  
 Cta = Waktu edar alat angkut (detik).  
 n = Jumlah pengisian.

Bila dari hasil Perhitungan diperoleh :

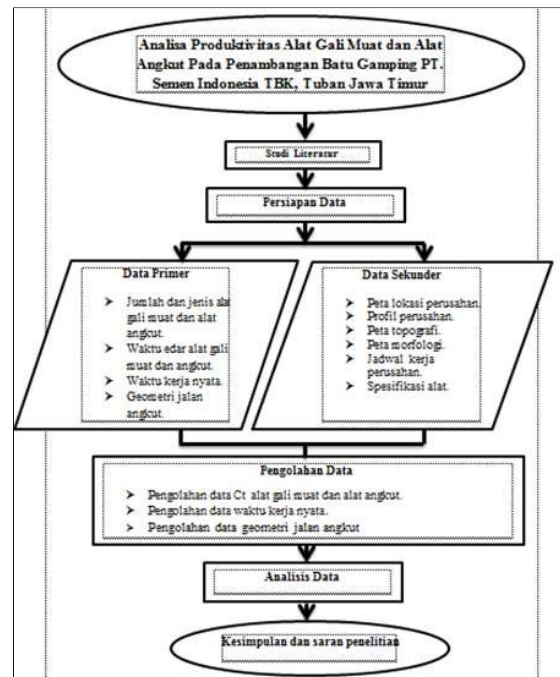
1. Apabila MF < 1, maka dapat diartikan alat gali muat menunggu, karena alat gali muat bekerja tidak optimal sedangkan alat angkut bekerja optimal.
2. Apabila MF > 1, maka dapat diartikan alat angkut menunggu, karena alat gali muat bekerja optimal sedangkan alat angkut bekerja tidak optimal.
3. Apabila MF = 1, maka dapat diartikan bahwa alat gali muat dan alat angkut bekerja optimal, sehingga tidak ada waktu tunggu ke dua alat tersebut

**METODE PENELITIAN**

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan metode kuantitatif. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menghitung produktivitas alat gali muat dan alat angkut yang digunakan pada penambangan batu gamping, menganalisis faktor-faktor apa saja yang menyebabkan produktivitas alat gali muat dan alat angkut tidak optimal pada penambangan batu gamping, dan memberikan rekomendasi agar produktivitas alat gali muat dan alat angkut dapat optimal pada penambangan batu gamping di PT. Semen Indonesia (persero) Tbk, Tuban Jawa Timur.

Adapun data primer yang digunakan adalah waktu edar alat gali muat dan alat angkut dimana pengambilan data ini dengan melakukan pengamatan dilapangan menggunakan *stopwatch*. Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan adalah data spesifikasi alat, target produksi perusahaan, faktor pengembangan, dan efisiensi kerja.

Data yang sudah didapat selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya untuk mempermudah proses pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan untuk pemecahan masalah dalam mengkaji faktor penyebab tidak optimalnya alat gali muat dan alat angkut, sehingga tidak tercapainya target produksi sebesar 273,36 ton/jam yang ditentukan perusahaan.



Gambar 3: Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kondisi Front Penambangan**

IUP penambangan *front* penambangan dibedakan menjadi tiga *front*, yaitu *front* sebelah barat, *front* tengah, dan *front* sebelah timur. Dimana *front* tersebut terdiri dari blok-blok berukuran 100 x 100 meter. Dari hasil pengamatan diketahui lebar jalan pada setiap *front* penambangan Tengah blok V11 yaitu sebesar 6 meter, X07 sebesar 5,5 meter, Z18 sebesar 6 meter, dan Q12 sebesar 6 meter.

**Pola Pemuatan**

Berdasarkan data pengamatan, pola pemuatan yang digunakan pada PT. Semen Indonesia Tbk, Tuban adalah *Top Loading* dimana alat gali muat melakukan pemuatan dengan posisi lantai kerja alat gali muat berada diatas lantai kerja alat angkut. Sedangkan pola pengisian yang digunakan dengan menggunakan pola *Single Back Up* dimana alat angkut memposisikan untuk dimuati pada satu tempat, sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh.



Gambar 4: Top Loading

**Jadwal Kerja**

Aktivitas kerja pada PT. Semen Indonesia dalam satu *Shif* kerja yaitu selama 10 jam, satu *shif* kerja dikurangi 1 jam istirahat untuk hari senin sampai dengan hari minggu yang menyisahkan jumlah jam kerja sebesar 9 jam per hari sedangkan pada hari jum'at dikurangi 2 jam jam kerja dikarenakan aktivitas shalat jum'at, sehingga jumlah jam kerja menjadi 8 jam per hari. Dalam satu minggu, jumlah hari kerja pada PT. Semen Indonesia Tbk adalah 7 hari yaitu dari hari seninsampai dengan hari Minggu, sehingga dalam satu bulan hari kerja pada PT. Semen Indonesia Tbk adalah 29 hari. Jam kerja pada PT.

Semen Indonesia Tbk per bulan yaitu sebesar 290 jam.

**Efisiensi Kerja**

Berdasarkan pengamatan di lapangan, faktor kesediaan alat dari masing-masing unit melihat *working hours*, *standby hours* dan *repair hours*, satuan jam/bulan didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 4: Jam Kerja Efektif Alat Gali Muat Di Blok V11, X07, Z18, Dan Q12

Unit	Blok	Working Hours (jam)	Stand By (jam)	Repair (jam)	Jam Kerja Efektif (jam)
Komatsu PC 400 – LC	V11	290	101,07	0,5	188,43
Komatsu PC 400 – LC	X07	290	101,07	1,5	187,43
Komatsu PC 400 – LC	Z18	290	101,07	4	184,93
Komatsu PC 400 – LC	Q12	290	101,07	1	187,93

Tabel 5: Jam Kerja Efektif Alat Angkut Di Blok V11, X07, Z18, Dan Q12

Unit	Blok	Working Hours (jam)	Stand By (jam)	Repair (jam)	Jam Kerja Efektif (jam)
Qvester CWE 370	X07	290	101,07	4,48	184,45
Qvester CWE 370	Q12	290	101,07	1,5	187,43
Scania P 380	V11	290	101,07	8	180,93
Scania P 380	Z18	290	101,07	4,5	184,43

Berdasarkan data ketersediaan waktu kerja seperti tabel diatas maka maka didapat nilai faktor ketersediaan penggunaan alat gali muat dan alat angkut sebagai berikut :

Tabel 6: Kesiediaan Penggunaan Alat Gali Muat Di Blok V11, X07, Z18, Dan Q12

Unit	Blok	MA	PA	UoA	EU
Komatsu PC 400 – LC	V11	99%	99%	74%	74%
Komatsu PC 400 – LC	X07	99%	99%	74%	73%
Komatsu PC 400 – LC	Z18	98%	98%	74%	73%
Komatsu PC 400 – LC	Q12	99%	99%	74%	74%

Tabel 7: Kesiediaan Penggunaan Alat Angkut Di Blok V11, X07, Z18, Dan Q12

Unit	Blok	MA	PA	UoA	EU
Qvester CWE 370	X07	98%	98%	74%	73%
Qvester CWE 370	Q12	99%	99%	74%	73%
Scania P 380	V11	97%	97%	74%	72%
Scania P 380	Z18	98%	98%	74%	73%

**Waktu Edar Alat Gali Muat Dan Alat Angkut**

Didapatkan waktu edar alat gali muat dan alat angkut sebelum optimasi sebagai berikut:

Tabel 8: Waktu Edar Alat Gali Muat Pada Blok V11, X07, Z18, Dan Q12 (detik)

Fleet	Alat Muat	Digging	Swing Isi	Dumping	Swing Kosong	Total
		(detik)				
V 11	Komatsu PC 400	11.20	5.75	5.52	5.55	28.02
X 07	Komatsu PC 400	19.07	5.03	4.29	3.73	32.12
Z 18	Komatsu PC 400	18.36	4.53	4.42	3.31	30.62
Q 12	Komatsu PC 400	13.20	4.08	5.69	4.62	27.59
Jumlah						118.35
Rata-Rata						47.34
Menit						1.97

Tabel 9: Waktu Edar Alat Angkut Pada Blok V11, X07, Z18, Dan Q12 (detik)

Fleet	Alat Angkut	Diperoleh dari Demografi Menit								TOTAL	
		Waktu Muat	Waktu Di Angkut	Waktu Di Timbang	Waktu Tunggu Tumpah	Waktu Manuver Tumpah	Waktu Tunggu Tumpah	Waktu Tumpah	Waktu Kembali		Waktu Manuver Di Muat
V11	Scania P 380	250.04	179.03	120.00	250.40	19.83	109.81	180.41	256.30	130.94	1494.08
Z18	Scania P 380	239.40	240.43	120.00	208.75	19.16	119.83	187.95	347.32	187.37	1867.88
X07	Quester CWE 370	198.44	106.35	120.00	170.80	18.69	95.41	93.04	198.39	104.65	1059.68
Q12	Quester CWE 370	148.98	203.25	120.00	75.34	19.08	71.05	29.08	362.37	118.51	1242.91
Jumlah											6866.55
Rata-Rata											1393.64
Jam											1.86

**Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut**

Di dapatkan total produktivitas alat gali muat Komatsu PC 400 - LC di blok V11, X07, Z18, dan Q12 sebesar 344,88 ton/jam, Produktivitas alat gali muat Komatsu PC 400 - LC per bloknya untuk V11 sebesar 344,88 ton/jam, X07 sebesar 96,38 ton/jam, Z18 64,97 ton/jam, dan Q12 76,68 ton/jam. Berdasarkan hasil penelitian, target produksi pada PT. Semen Indonesia Tbk sebesar 273,36 ton/bulan per-shif kerja. Produktivitas alat gali muat sudah mencapai target produksi sebesar 344,88 ton/jam.

Sedangkan di dapatkan total Produktivitas alat angkut Scania P 380 dan Quester CWE 370 sebesar 195,13 ton/jam, Produktivitas alat angkut per bloknya untuk V11 sebesar 61,45 ton/jam, X07 sebesar 40,25 ton/jam, Z18 55,88 ton/jam, dan Q12 37,55 ton/jam. Berdasarkan hasil penelitian, target produksi pada PT. Semen Indonesia Tbk adalah sebesar 273,36 ton/jam per-shif. Produktivitas alat angkut belum mencapai target produksi yang telah ditentukan,

sebesar 273,36 ton/jam sehingga kurang 78,23 ton/jam dari 195,13 ton/jam.

**Optimasi Produktivitas**

Pengoptimalan produktivitas sangat perlu dilakukan sehubungan dengan tidak tercapainya target produktivitas alat angkut yang disebabkan oleh beberapa masalah diantaranya pada waktu edar muat, tumpah dan manuver muat, sehingga perlu adanya pengoptimalan waktu edar supaya produktivitas alat angkut bisa tercapai.

1. Optimasi Pada Waktu Muat

Waktu edar muat dapat di optimasi sedemikian mungkin untuk meningkatkan produktivitas alat angkut yang kurang dengan cara setelah dilakukannya aktivitas peledakan material yang masih berukuran besar di perkecil ukurannya dengan menggunakan alat *rockbreaker* agar material tersebut lebih ringan saat dilakukan pemuatan, sehingga waktu muat dapat dioptimasi dan dapat meningkatkan produktivitas alat angkut yang kurang.

Tabel 10: Waktu Edar Muat Alat Angkut Scania P 380 Dan Quester CWE 370 Sebelum Dan Setelah Dioptimasi

No	Waktu Edar	Alat Angkut	Blok	Waktu Muat (detik)
1.	Aktual	Scania P 380	V11	250,04
2.	Aktual	Scania P 380	Z18	239,40
3.	Aktual	Quester CWE 370	X07	198,44
4.	Aktual	Quester CWE 370	Q12	148,98
5.	Setelah dioptimasi	Scania P 380	V11	208,45
6.	Setelah dioptimasi	Scania P 380	Z18	203,91
7.	Setelah dioptimasi	Quester CWE 370	X07	186,15
8.	Setelah dioptimasi	Quester CWE 370	Q12	100,83

2. Optimasi Pada Waktu Tumpah

Untuk menunjang optimasi pada waktu penumpahan adalah membuat material hasil peledakan disetiap blok penambangan diperkecil ukurannya dengan menggunakan alat *rockbreaker* dan mengaktifkan satu lagi *hopper Crusher* Tuban 2 supaya pada saat siang hari dan sore hari tingkat antrian berkurang, sehingga dapat meningkatkan produktivitas alat angkut. Optimasi lain yang dapat digunakan adalah sebelum pemuatan ke alat angkut sebaiknya dilakukan pemilihan ukuran material oleh operator alat gali muat, agar tidak terjadi penyumbatan material di bak alat angkut pada saat melakukan aktivitas

tumpah, sehingga dapat mengurangi waktu edar alat angkut.

Tabel 11: Waktu Edar Tumpah Alat Angkut Scania P 380 Dan Quester CWE 370 Sebelum Dan Setelah Dioptimasi

No	Waktu Edar	Alat Angkut	Blok	Waktu Tunggu Manuver Tumpah (detik)	Waktu Manuver (detik)	Waktu Tumpah (detik)	Waktu Tumpah (detik)
1	Aktual	Scania P 380	V11	250,40	19,81	109,81	180,41
2	Aktual	Scania P 380	Z18	208,75	19,16	119,88	187,98
3	Aktual	Quester CWE 370	X07	170,80	18,68	93,41	91,41
4	Aktual	Quester CWE 370	Q12	75,34	19,18	71,05	29,08
5	Setelah di optimasi	Scania P 380	V11	117,45	16,73	30,59	156,33
6	Setelah di optimasi	Scania P 380	Z18	23,16	16,23	29,04	155,53
7	Setelah di optimasi	Quester CWE 370	X07	5,56	13,70	4,24	62,90
8	Setelah di optimasi	Quester CWE 370	Q12	13,04	17,23	14,56	22,50

### 3. Optimasi Pada Waktu Manuver Muat

Optimasi yang dilakukan untuk meningkatkan waktu edar tunggu manuver muat dengan cara memilih material dan memperkecil ukurannya agar tidak terjadi macet saat aktivitas tumpah, sehingga menimbulkan antrian di tempat crusher dan tempat penambangan. Serta untuk optimasi waktu manuver muat dapat dilakukan dengan mengatur jarak alat angkut agar tidak terlalu dekat dengan alat gali muat, sehingga waktu edar dapat dioptimalkan.

Tabel 12: Waktu Edar Manuver Muat Alat Angkut Scania P 380 Dan Quester CWE 370 Sebelum Dan Setelah Dioptimasi

No	Waktu Edar	Alat Angkut	Blok	Waktu Tunggu Manuver Muat (detik)	Waktu Manuver Muat (detik)
1	Aktual	Scania P 380	V11	130,84	19,45
2	Aktual	Scania P 380	Z18	137,37	47,63
3	Aktual	Quester CWE 370	X07	104,65	55,84
4	Aktual	Quester CWE 370	Q12	158,51	45,17
5	Setelah di optimasi	Scania P 380	V11	20,00	18,70
6	Setelah di optimasi	Scania P 380	Z18	31,85	42,01
7	Setelah di optimasi	Quester CWE 370	X07	4,32	43,36
8	Setelah di optimasi	Quester CWE 370	Q12	11,35	37,18

Sehingga berdasarkan pengamatan di lapangan diperoleh total produktivitas alat angkut Scania P 380 dan Quester CWE 370 di blok V11, X07, Z18, dan Q12 sebesar 274,20 ton//Jam. Dengan demikian produktivitas alat angkut dapat memenuhi target produktivitas per-shif, dimana target produktivitas yang harus tercapai per-shif 273,36 ton/jam dan produktivitas alat angkut setelah dioptimasi 274,20 ton/jam, sehingga produktivitas alat angkut dikatakan memenuhi target produktivitas 1 shif kerja.

### Faktor Keserasian (Match Factor) Sebelum Dan Setelah Dioptimasi

Alat gali muat dan alat angkut dikatakan serasi apabila produksi alat gali muat sama dengan alat angkut, sehingga diantara keduanya tidak ada waktu tunggu dan dapat mencapai produksi maksimal. Berdasarkan hasil keserasian (*match factor*) alat gali muat dan angkut didapatkan keserasian alat gali muat dan angkut sebelum dioptimasi yaitu 0.66 untuk blok V11, 0,98 untuk blok X07, 0,66 untuk blok Z18, dan 0,78 untuk blok Q12. Sedangkan keserasian alat yang baik yaitu  $MF = 1$ , artinya alat gali muat dan alat angkut bekerja 100 %, sehingga tidak terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat maupun alat angkut. Dengan demikian didapatkan untuk blok V11, X07, Z18 dan Q12 karena  $MF > 1$  maka ada penambahan 1 unit alat angkut agar  $MF$  yang dihasilkan = 1.

Sedangkan keserasian (*match factor*) alat gali muat dan angkut, didapatkan keserasian alat gali muat dan angkut setelah dioptimasi yaitu 0.90 untuk blok V11, 1,53 untuk blok X07, 0,91 untuk blok Z18, dan 1,06 untuk blok Q12. Sedangkan keserasian alat yang baik yaitu  $MF = 1$ , artinya alat gali muat dan alat angkut bekerja 100 %, sehingga tidak terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat maupun alat angkut. Dengan demikian didapatkan untuk blok V11 dan Z18 karena  $MF > 1$  maka ada penambahan 1 unit alat angkut agar  $MF$  yang dihasilkan = 1. Sedangkan untuk blok X07 dan Q12 karena  $MF$  yang didapat  $> 1$  maka harus ada penambahan alat gali muat sebanyak 1 unit supaya tidak terjadi waktu tunggu pada alat angkut.

### KESIMPULAN

PT. Semen Indonesia Tbk Tuban menerapkan target produktivitas untuk 1 shif sebesar 273,36 ton/jam. Secara aktual produktivitas alat gali muat telah mencapai sebesar 344,88 ton/jam sedangkan untuk produktivitas alat angkut masih belum tercapai sebesar 195,13 ton/jam. Dengan adanya optimasi, produktivitas alat angkut yang tidak tercapai akhirnya dapat tercapai, dimana secara aktual produktivitas alat angkut yang semula 195,13 ton/jam dapat dioptimalkan menjadi 274,20 ton/jam.



Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas yaitu lamanya pemuatan akibat ukuran material yang besar, lamanya waktu tunggu *manuver* tumpah, *manuver* tumpah, tunggu tumpah dan tumpah akibat *crusher* rusak serta lamanya waktu tunggu *manuver* muat dan *manuver* muat akibat pengaturan posisi saat menempatkan bak alat angkut terlalu menempel.

Rekomendasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut. Pada produktivitas alat gali muat telah mencapai target sedangkan produktivitas alat angkut belum mencapai target. Untuk mengoptimasi alat angkut yang perlu diperhatikan yaitu memperkecil ukuran material yang diangkut dengan menggunakan alat *rock breaker* agar tidak membuat lamanya waktu muat, mengaktifkan *hopper* ke dua agar tidak ada antrian di *crusher* dan tempat penambangan, dan mengoptimasi agar alat angkut mengatur posisi untuk tidak terlalu dekat dengan alat gali muat.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pimpinan beserta staff yang bertugas di PT Semen Indonesia TBK, Tuban yang sudah memberikan kesempatan dan bimbingan terkait penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arif, Jamaluddin., & Sri W. (2015). *Optimalisasi Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Dalam Mencapai Target Produksi*. Makassar: Jurusan Teknik Pertambangan UMI, Universitas Muslim Indonesia.
- Avellyn, dkk. (2016). *Kajian Teknis Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi Penambangan Batugamping*. Surabaya: Jurusan Teknik ITATS, Institut Teknologi Adhitama Surabaya.
- Fanani, Y., Syahanda, R. F. P., & Nahdliyin, A. F. (2016, October). Kajian Teknis Kinerja Alat Muat Dan Alat Angkut Dalam Upaya Mencapai Sasaran Produksi Penambangan Batugamping Di Pt. United Tractors Semen Gresik Kabupaten Tuban Jawa Timur. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (pp. 127-138).
- Ichsannudin, Budhi & Yoga. (2018). *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi Penambangan Batu Granit*. Pontianak: Jurusan Teknik Pertambangan UT, Universitas Tanjungpura.

Indonesianto, Y., (2004). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan UPN, Veteran.

Nurhakim. (2004). *Buku Panduan Kuliah Lapangan 2*. Banjar Baru: Jurusan Teknik Pertambangan UNLAM.

Prodjosumarto, P., (2000). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan ITB.