

## EVALUASI PRODUKSI *STAGGERED CREW* DI TAMBANG BAWAH TANAH *DEEP ORE ZONE* PT. FREEPORT INDONESIA

Gianfranco Enrico Pocerattu<sup>1)</sup>, Yulius Ganti Pangkung<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan  
Universitas Papua  
Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari  
Email: yulius.pangkung@yahoo.co.id

### *Abstract*

To increased the production, the Deep Ore Zone (DOZ) mining department has a concept of implementing a staggered crew. Staggered crew is a crew formed specifically to support production activities. To assess the performance of the application of the staggered crew, an evaluation of the factors that influence production activities is carried out. Factors that subject to evaluation are working time, number of operators and production capability. The results of evaluating work time (optimum efficiency) for crew I, II, and III showed as follow 29%, 30%, and 28% respectively. Very low efficiency is due to time constraints in operation, which are affected by delay time, idle time and maintenance time. Average productive work time (work) is 3.26 hours/day, delay time is 3.26 hours/day, idle time is 4.03 hours/day and maintenance time is 0.53 hours/day. Idle time is the highest time of these four parameters. The results also showed that there were differences in the number of distribution operators, namely crew I numbered 16 people, crew II numbered 12 people and crew III numbered 15 people. But the number of operators on each crew is still sufficient to support production activities. The average production is 62.14 tons/hour and 4,784.78 tons/day. So with a production of 62.14 tons/hour and working time of 11 hours/day, it takes a minimum of 8 dump truck operators to reach a value of 5,468.32 tons/day.

**Keywords:** Production, Staggered Crew, Working Time.

### **Abstrak**

Dalam peningkatan produksi, departemen tambang Deep Ore Zone (DOZ) mempunyai konsep dengan mengimplementasikan *staggered crew*. *Staggered crew* merupakan kru yang dibentuk khusus untuk menunjang kegiatan produksi. Untuk menilai kinerja dari penerapan *staggered crew*, maka dilakukan evaluasi terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kegiatan produksi. Faktor-faktor yang menjadi bahan evaluasi adalah waktu kerja, jumlah operator dan kemampuan produksi. Hasil evaluasi waktu kerja (efisiensi optimum) untuk *crew I* adalah 29%, *crew II* adalah 30% dan *crew III* adalah 28%. Efisiensi yang sangat rendah disebabkan karena adanya waktu hambatan dalam operasi, yang dipengaruhi oleh waktu tunda, waktu terhenti dan waktu perawatan. Waktu kerja produktif rata-rata (work) adalah sebesar 3,26 jam/hari, waktu *delay* sebesar 3,26 jam/hari, waktu *idle* sebesar 4,03 jam/hari dan waktu *maintenance* sebesar 0,53 jam/hari. Waktu *idle* merupakan waktu tertinggi dari keempat parameter ini. Hasil juga menunjukkan bahwa adanya perbedaan jumlah distribusi operator, yaitu *crew I* berjumlah 16 orang, *crew II* berjumlah 12 orang dan *crew III* berjumlah 15 orang. Namun jumlah operator pada tiap *crew* masih cukup untuk menunjang kegiatan produksi. Produksi rata-rata adalah sebesar 62,14 ton/jam dan 4.784,78 ton/hari. Sehingga dengan produksi 62,14 ton/jam dan waktu kerja 11 jam/hari, dibutuhkan minimal 8 orang operator *dump truck* untuk mencapai nilai 5.468,32 ton/hari.

**Kata Kunci:** Produksi, *Staggered Crew*, Waktu Kerja.

## PENDAHULUAN

Area tambang DOZ saat ini merupakan area tambang yang aktif dalam melakukan kegiatan produksi. Kegiatan produksi dilakukan dengan sistem kerja menjadi dua shift kerja per hari. Namun pada prakteknya, semua waktu dari shift kerja tidak dipakai sepenuhnya untuk kegiatan produksi. Hal ini disebabkan karena sebagian waktu tersebut dipakai untuk persiapan menjelang produksi (awal shift) dan persiapan menjelang akhir produksi (akhir shift). Kegiatan menjelang produksi berupa persiapan para karyawan dari tempat tinggal menuju ke area tambang, pengisian absensi, pembagian tugas (line-up) dan *safety meeting*. Penggunaan waktu selain untuk kegiatan produksi adalah pada saat waktu pergantian shift (shift change) dan waktu makan serta istirahat (meal & break). Pada pergantian shift terdapat jeda waktu operasional, dimana operator reguler yang telah selesai bekerja akan digantikan oleh operator pada shift berikutnya. Begitu juga pada saat makan dan istirahat, terdapat jeda waktu dikarenakan tidak ada operator yang melakukan kegiatan produksi. Bertolak dari kondisi ini, departemen tambang DOZ melihat adanya kesempatan (opportunity) untuk tetap melakukan kegiatan produksi secara kontinu dengan cara implementasi *staggered crew*. *Staggered crew* adalah kru yang dibentuk khusus dengan penempatan waktu kerja berbeda namun memiliki jumlah waktu kerja yang sama dengan waktu kerja kru reguler dengan tujuan untuk meningkatkan waktu kerja efektif, menunjang kegiatan produksi (production support) dan melakukan proyek lainnya (special project).

Departemen tambang bawah tanah DOZ telah mengimplementasikan *staggered crew* sejak bulan September 2018. Dalam pengoperasian *staggered crew*, bukan hal yang pasti proses produksinya akan berjalan dengan lancar. Ada faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap kegiatan produksi yang dilakukan. Berdasarkan latar belakang pemikiran inilah sehingga perlu dilakukan evaluasi tentang implementasi pengoperasian *staggered crew* pada area tambang DOZ di PT. Freeport Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode deskriptif adalah metode yang digunakan untuk mencari unsur-unsur, ciri-ciri, sifat-sifat suatu fenomena. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Menurut Kasiram (2008:149), penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang

menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai hal yang ingin diketahui.

Penelitian dilakukan berlangsung selama ± 6 bulan, yaitu pada bulan Januari sampai Juni 2019. Sedangkan waktu pengambilan data dilakukan selama ± 1 bulan, yaitu pada bulan Januari 2019. Lokasi tempat penelitian adalah level *truck haulage* pada area tambang *Deep Ore Zone* PT. Freeport Indonesia yang berlokasi di dataran tinggi Tembagapura, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan tiga variabel yaitu jarak angkut sebagai variabel bebas, *cycle time dump truck* sebagai variabel terikat dan waktu kerja dan jumlah operator sebagai variabel dinamis.

## DASAR TEORI

### Waktu Siklus (Cycle Time)

Waktu siklus (cycle time) merupakan waktu yang digunakan oleh alat untuk melakukan satu siklus atau kegiatan inti dalam kegiatan operasi produksi yang dilakukan. Pada penelitian ini menulis mengamati waktu siklus dari alat angkut yaitu *dump truck*.

Adapun waktu siklus dari *dump truck* adalah waktu memuat material (loading time), waktu angkut bermuatan (tramping full), waktu manuver I (mengambil posisi untuk menumpah material), waktu dumping (dumping time atau penumpahan material), waktu kembali kosong (tramping empty) dan waktu manuver II (mengambil posisi untuk dimuati). *Cycle time* ideal alat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CT = T_L + T_{TF} + T_D + T_{TE} + T_M \quad (1)$$

Dimana CT adalah *cycle time* alat,  $T_L$  adalah waktu pemuatan (time of loading),  $T_{TF}$  adalah waktu angkut bermuatan (time of tramping full),  $T_D$  adalah waktu untuk menumpahkan material (time of dumping),  $T_{TE}$  adalah waktu kembali kosong (time of tramping empty) dan  $T_M$  adalah waktu manuver.

### Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu produktif dengan waktu kerja yang tersedia. Hal ini merujuk kepada seberapa efisien waktu yang digunakan dari waktu yang tersedia untuk melakukan kegiatan operasional.

Untuk melakukan penelitian terhadap efisiensi dan keadaan alat mekanis, perlu dilakukan kajian terhadap masing-masing komponen berikut:

1. *Effectiveness*

$$E = \frac{W}{O} \times 100\% \quad (2)$$

2. *Physical/Mechanical Availability*

$$PA = \frac{A}{S} \times 100\% \quad (3)$$

3. *Utility*

$$U = \frac{O}{A} \times 100\% \quad (4)$$

4. *Optimum Efficiency*

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

*Effectiveness* merupakan waktu kerja efektif yang digunakan alat untuk beroperasi (kinerja operator). *Physical Availability* merupakan ukuran keadaan fisik dari alat yang digunakan (baik tidaknya alat untuk beroperasi). *Utility* menunjukkan persentase waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut digunakan (available) atau seberapa efektif alat dimanfaatkan dalam keadaan tidak rusak. *Optimum Efficiency* menunjukkan persentase dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dipergunakan untuk kerja produktif (efisiensi kerja).

**Estimasi Produksi Alat**

Pada penelitian yang hendak dilakukan ini penulis menghitung kemampuan produksi dari alat mekanis *dump truck* yang merupakan objek penelitian dengan menggunakan formula berikut (Andi Tenrisukki Tenriajeng, 2003):

$$P = \frac{C \times 60 \times FK}{CT} \quad (6)$$

Dimana produksi (P) adalah kemampuan alat (ton/jam), C adalah kapasitas *vessel* (m<sup>3</sup> atau ton) bila menggunakan *payload* = ton, maka harus dikalikan dengan densitas material (ton/m<sup>3</sup>), FK adalah faktor koreksi yang dipengaruhi oleh efisiensi operator, ketersediaan mesin dan efisiensi operasi, CT (cycle time) adalah waktu siklus dari alat dalam satu siklus (menit), 60 adalah faktor konversi waktu ke jam dan digunakan sebagai pembagi waktu untuk mengetahui jumlah trip *dump truck* per jam.

**Regresi Linear**

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (dependen; respon; Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (independen, prediktor, X).

Analisis regresi setidaknya-tidaknya memiliki 3 kegunaan, yaitu untuk tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, untuk tujuan kontrol, serta untuk tujuan prediksi.

Persamaan regresi linier dari Y terhadap X dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = a + bX \quad (7)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Waktu Kerja *Staggered Crew***

Pengambilan data kerja dilakukan untuk melihat kesesuaian antara waktu kerja aktual dilapangan dengan waktu kerja yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Data waktu kerja yang diambil ada dua, yaitu data primer berupa data kerja aktual *staggered crew* 1, 2 dan 3. Data sekunder berupa data waktu kerja dalam rencana implementasi *staggered crew*.

Tabel 1. Waktu Kerja Rencana *Staggered Crew*

Aktivitas	Durasi (Menit/Hari)
<i>Safety Meeting + Line Up/Preparation</i>	20
Makan dan Istirahat	60
<b>Waktu Kerja</b>	<b>540</b>
Persiapan dan <i>Check Out</i>	20
<b>Total</b>	<b>640</b>

Tabel 2. Waktu Kerja Aktual *Staggered Crew*

Aktivitas	Durasi (Menit/Hari)		
	Crew I	Crew II	Crew III
<i>Safety Meeting + Line Up/Preparation</i>	45	45	45
Makan dan Istirahat	60	90	120
<b>Waktu Kerja</b>	<b>540</b>	<b>510</b>	<b>480</b>
Persiapan dan <i>Check Out</i>	20	20	20
<b>Total</b>	<b>665</b>	<b>665</b>	<b>665</b>

Waktu kerja aktual dari *staggered crew* adalah 665 menit/hari (11,08 jam/hari => 11 jam/hari).

Tabel 3. Parameter Waktu Aktual

Tanggal	Durasi (Jam/Hari)			
	Delay (D)	Idle (I)	Work (W)	Maintenance (M)
05/10/2019	2,98	4,12	3,65	0,33
06/10/2019	2,00	5,20	3,11	0,77
07/10/2019	3,16	4,65	2,71	0,57
08/10/2019	5,93	3,43	1,72	0,00
09/10/2019	2,71	4,15	3,79	0,43
10/10/2019	2,80	3,32	4,44	0,53
11/10/2019	2,70	4,65	3,73	0,00
12/10/2019	1,40	4,03	2,52	3,13
13/10/2019	3,59	4,67	2,27	0,55
14/10/2019	4,70	3,37	3,02	0,00
15/10/2019	3,65	3,27	4,17	0,00
17/10/2019	3,55	3,52	3,95	0,07
<b>Rata-Rata</b>	<b>3,26</b>	<b>4,03</b>	<b>3,26</b>	<b>0,53</b>

#### Jumlah Operator dan Pembagian *Line-Up*

Pengambilan data ini dilakukan untuk melihat rencana perusahaan dalam penugasan operator (man power) dan penugasan operator pada keadaan aktual. Pengamatan dilakukan dengan mengamati jumlah operator *dump truck* yang bertugas pada tiap *staggered crew*.

Tabel 4. Rencana Penugasan *Staggered Crew*

Truck Operator	Chutte Puller (LP)	Additional Tons/Day
4	2	2.000
5	3	3.500
<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5.000</b>
8	5	7.500

Assumption Truck Productivity = 200 tons/hour

Target utama dalam penerapan *staggered crew* adalah pencapaian produksi 5.000 ton/hari, dengan menugaskan 6 orang operator *truck* dan 4 orang operator LP.

Tabel 5. Pembagian *Line-Up* Aktual

Tanggal	Crew	Operator Dump Truck (Orang)
03 Januari 2019		7
04 Januari 2019		7
05 Januari 2019	III	7
06 Januari 2019		7
07 Januari 2019		7
08 Januari 2019		7
09 Januari 2019	I	7
10 Januari 2019		6

Tanggal	Crew	Operator Dump Truck (Orang)
11 Januari 2019		7
12 Januari 2019		7
13 Januari 2019		8
14 Januari 2019		8
15 Januari 2019	II	7
16 Januari 2019		8
17 Januari 2019		7
<b>Rata-Rata</b>		<b>7,2 = 7</b>

#### Estimasi Produksi

Perhitungan produksi dilakukan setelah parameter dalam perhitungan terpenuhi. Parameter tersebut adalah *cycle time*, faktor koreksi dan payload faktor. Perhitungan produksi dilakukan dengan nilai perkiraan. Artinya, satu nilai waktu siklus yang telah dihitung, akan diasumsikan berlaku untuk kegiatan di tiap *loading point* (LP). Kemudian dari hasil perhitungan akan dicari nilai produksi rata-rata.

Sebelum melakukan estimasi produksi ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu:

1. Pengukuran Jarak Angkut Pada Peta
2. Estimasi Waktu *Loading, Dumping, Manuver I dan II*
3. Plot Data Jarak Angkut dan *Tramming Time* Pada *Scatter Diagram*
4. Estimasi *Cycle Time* (CT) Rata-Rata
5. Estimasi Faktor Koreksi
6. Estimasi Produksi

#### Pengukuran Jarak Angkut Pada Peta

Pengukuran jarak angkut tidak dilakukan langsung pada area penelitian namun dilakukan pada level *truck haulage* dengan menggunakan *software* Autocad 2016. Jarak angkut diukur berdasarkan dua rute pengangkutan, yaitu menuju *crusher 1* dan 2.

Tabel 6. Jarak Angkut dari Tiap LP ke *Crusher*

No.	Loading Point	Jarak Angkut (meter)	
		Crusher 1	Crusher 2
1	LP07	2.158	2.153
2	LP06	2.136	2.132
3	LP05	2.130	2.125
4	LP04	2.111	2.105
5	LP03	2.122	2.117
6	LP02	2.123	2.118
7	LP01	2.119	2.114
8	LP1A	2.125	2.120
9	LP1B	2.136	2.130
10	LP1C	2.140	2.134
11	LP1D	2.132	2.127
12	LP1E	2.129	2.123
13	LP1F	2.124	2.119

No.	Loading Point	Jarak Angkut (meter)	
		Crusher 1	Crusher 2
14	LP1G	2.124	2.119
15	LP1H	2.122	2.117
16	LP1I	2.118	2.113
17	LP1J	2.122	2.117
18	LP1K	2.130	2.125
19	LP05S	1.765	1.684
20	LP04S	1.759	1.677
21	LP03S	1.772	1.690
22	LP02S	1.760	1.678
23	LP01S	1.757	1.675
24	LP1AS	1.755	1.673
25	LP1BS	1.756	1.675
26	LP1CS	1.760	1.678
27	LP1DS	1.759	1.677
28	LP1ES	1.758	1.677
29	LP1FS	1.762	1.670
30	LP1GS	1.761	1.680
31	LP1HS	1.750	1.669
32	LP1IS	1.756	1.674
33	LP1JS	1.765	1.682

Estimasi Waktu Loading, Dumping dan Manuver

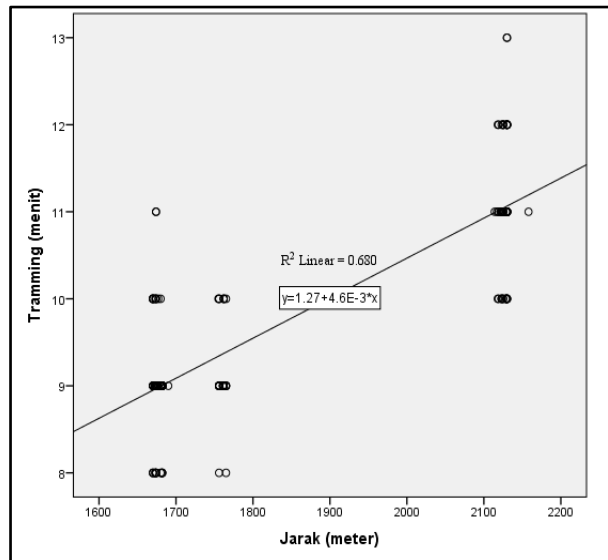
Estimasi waktu ini dilakukan dengan mencari nilai rata-rata masing-masing waktu dalam siklus dari data aktual hasil pengukuran. Waktu rata-rata akan dipakai untuk mewakili setiap kegiatan loading, dumping dan manuver disetiap LP.

Tabel 7. Waktu Loading, Dumping dan Manuver

No.	Siklus	Waktu	
		(Detik)	(Menit)
1	Loading	54,489	0,908
2	Dumping	37,095	0,618
3	Manuver I	14,674	0,245
4	Manuver II	48,953	0,816

Plot Data Jarak Angkut dan Tramming Time Pada Scatter Diagram

Plot data jarak angkut dan tramming time (waktu angkut) dilakukan dengan menggunakan metode statistika regresi linear. Penggunaan metode ini bertujuan untuk mencari nilai rata-rata dari tramming time tiap LP ke crusher. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS Statistics 23. Hasil pengolahan data akan muncul dalam bentuk scatter diagram. Data yang digunakan adalah jarak angkut (sumbu X) dan tramming time (sumbu Y). Berikut adalah scatter diagram hasil sebaran data tramming time aktual dengan jarak angkut pada tiap LP menuju ke crusher. Pada persamaan didapatkan nilai a (intersept) = 1,27 dan b (slope) = 0,0046.



Gambar 1. Scatter Diagram Model Jarak Angkut dan Tramming Time

Setelah mendapat persamaan regresi dari scatter diagram, kemudian dihitung nilai CT rata-rata dari tiap LP. Perhitungan CT dilakukan dengan cara mendistribusikan kembali data jarak angkut dan tramming time dari data aktual pada persamaan (7).

Tabel 8. Tramming Time Pada Crusher 1

LP	Crusher	Jarak (m) X	a	b	Y = a + bX Tramming (Menit)
LP07	1	2.158	1,27	0,0046	11,198
LP06	1	2.136	1,27	0,0046	11,096
LP05	1	2.130	1,27	0,0046	11,070
LP04	1	2.111	1,27	0,0046	10,979
LP03	1	2.122	1,27	0,0046	11,033
LP02	1	2.123	1,27	0,0046	11,035
LP01	1	2.119	1,27	0,0046	11,018
LP1A	1	2.125	1,27	0,0046	11,047
LP1B	1	2.136	1,27	0,0046	11,094
LP1C	1	2.140	1,27	0,0046	11,112
LP1D	1	2.132	1,27	0,0046	11,077
LP1E	1	2.129	1,27	0,0046	11,062
LP1F	1	2.124	1,27	0,0046	11,040
LP1G	1	2.124	1,27	0,0046	11,042
LP1H	1	2.122	1,27	0,0046	11,033
LP1I	1	2.118	1,27	0,0046	11,012
LP1J	1	2.122	1,27	0,0046	11,031
LP1K	1	2.130	1,27	0,0046	11,067
LP05S	1	1.765	1,27	0,0046	9,391
LP04S	1	1.759	1,27	0,0046	9,360
LP03S	1	1.772	1,27	0,0046	9,419
LP02S	1	1.760	1,27	0,0046	9,365
LP01S	1	1.757	1,27	0,0046	9,352

LP	Crusher	Jarak (m) X	a	b	Y = a + bX Tramming (Menit)
LP1AS	1	1.755	1,27	0,0046	9,341
LP1BS	1	1.756	1,27	0,0046	9,350
LP1CS	1	1.760	1,27	0,0046	9,364
LP1DS	1	1.759	1,27	0,0046	9,360
LP1ES	1	1.758	1,27	0,0046	9,355
LP1FS	1	1.762	1,27	0,0046	9,375
LP1GS	1	1.761	1,27	0,0046	9,372
LP1HS	1	1.750	1,27	0,0046	9,322
LP1IS	1	1.756	1,27	0,0046	9,348
LP1JS	1	1.765	1,27	0,0046	9,387

Tabel 9. Tramming Time Pada Crusher 2

LP	Crusher	Jarak (m) X	a	b	Y = a + bX Tramming (Menit)
LP07	2	2.153	1,27	0,0046	11,174
LP06	2	2.132	1,27	0,0046	11,077
LP05	2	2.125	1,27	0,0046	11,045
LP04	2	2.105	1,27	0,0046	10,954
LP03	2	2.117	1,27	0,0046	11,009
LP02	2	2.118	1,27	0,0046	11,011
LP01	2	2.114	1,27	0,0046	10,993
LP1A	2	2.120	1,27	0,0046	11,024
LP1B	2	2.130	1,27	0,0046	11,070
LP1C	2	2.134	1,27	0,0046	11,087
LP1D	2	2.127	1,27	0,0046	11,052
LP1E	2	2.123	1,27	0,0046	11,037
LP1F	2	2.119	1,27	0,0046	11,016
LP1G	2	2.119	1,27	0,0046	11,017
LP1H	2	2.117	1,27	0,0046	11,009
LP1I	2	2.113	1,27	0,0046	10,988
LP1J	2	2.117	1,27	0,0046	11,007
LP1K	2	2.125	1,27	0,0046	11,043
LP05S	2	1.684	1,27	0,0046	9,015
LP04S	2	1.677	1,27	0,0046	8,985
LP03S	2	1.690	1,27	0,0046	9,045
LP02S	2	1.678	1,27	0,0046	8,991
LP01S	2	1.675	1,27	0,0046	8,977
LP1AS	2	1.673	1,27	0,0046	8,967
LP1BS	2	1.675	1,27	0,0046	8,975
LP1CS	2	1.678	1,27	0,0046	8,989
LP1DS	2	1.677	1,27	0,0046	8,984
LP1ES	2	1.677	1,27	0,0046	8,983
LP1FS	2	1.670	1,27	0,0046	8,951
LP1GS	2	1.680	1,27	0,0046	8,998
LP1HS	2	1.669	1,27	0,0046	8,947
LP1IS	2	1.674	1,27	0,0046	8,973
LP1JS	2	1.682	1,27	0,0046	9,007

Estimasi Cycle Time (CT) Rata-Rata

Perhitungan CT rata-rata dilakukan dengan mengakumulasikan nilai waktu *loading*, *tramming*, manuver I, *dumping* dan manuver II untuk setiap *loading point* menuju ke *crusher* 1 dan 2. Kemudian dihitung nilai CT rata-rata akumulasi *crusher* 1 dan 2.

Tabel 10. Cycle Time Tiap LP ke Crusher 1

LP	Loading (menit)	Tramming (menit)	Manuver I (menit)	Dumping (menit)	Manuver II (menit)	Total CT
LP07	0,908	11,198	0,245	0,618	0,816	13,785
LP06	0,908	11,096	0,245	0,618	0,816	13,683
LP05	0,908	11,070	0,245	0,618	0,816	13,657
LP04	0,908	10,979	0,245	0,618	0,816	13,566
LP03	0,908	11,033	0,245	0,618	0,816	13,620
LP02	0,908	11,035	0,245	0,618	0,816	13,622
LP01	0,908	11,018	0,245	0,618	0,816	13,605
LP1A	0,908	11,047	0,245	0,618	0,816	13,634
LP1B	0,908	11,094	0,245	0,618	0,816	13,681
LP1C	0,908	11,112	0,245	0,618	0,816	13,699
LP1D	0,908	11,077	0,245	0,618	0,816	13,664
LP1E	0,908	11,062	0,245	0,618	0,816	13,649
LP1F	0,908	11,040	0,245	0,618	0,816	13,627
LP1G	0,908	11,042	0,245	0,618	0,816	13,629
LP1H	0,908	11,033	0,245	0,618	0,816	13,620
LP1I	0,908	11,012	0,245	0,618	0,816	13,599
LP1J	0,908	11,031	0,245	0,618	0,816	13,618
LP1K	0,908	11,067	0,245	0,618	0,816	13,654
LP05S	0,908	9,391	0,245	0,618	0,816	11,978
LP04S	0,908	9,360	0,245	0,618	0,816	11,947
LP03S	0,908	9,419	0,245	0,618	0,816	12,006
LP02S	0,908	9,365	0,245	0,618	0,816	11,952
LP01S	0,908	9,352	0,245	0,618	0,816	11,939
LP1AS	0,908	9,341	0,245	0,618	0,816	11,928
LP1BS	0,908	9,350	0,245	0,618	0,816	11,937
LP1CS	0,908	9,364	0,245	0,618	0,816	11,951
LP1DS	0,908	9,360	0,245	0,618	0,816	11,947
LP1ES	0,908	9,355	0,245	0,618	0,816	11,942
LP1FS	0,908	9,375	0,245	0,618	0,816	11,962
LP1GS	0,908	9,372	0,245	0,618	0,816	11,959
LP1HS	0,908	9,322	0,245	0,618	0,816	11,909
LP1IS	0,908	9,348	0,245	0,618	0,816	11,935
LP1JS	0,908	9,387	0,245	0,618	0,816	11,974

Tabel 11. Cycle Time Tiap LP ke Crusher 2

LP	Loading (menit)	Tramming (menit)	Manuver I (menit)	Dumping (menit)	Manuver II (menit)	Total CT	LP	CT Crusher 1 (menit)	CT Crusher 2 (menit)	CT Rata-Rata (menit)	CT Rata-Rata (menit)
LP07	0,908	11,174	0,245	0,618	0,816	13,761	LP05	13,657	13,632	13,644	14
LP06	0,908	11,077	0,245	0,618	0,816	13,664	LP04	13,566	13,541	13,554	14
LP05	0,908	11,045	0,245	0,618	0,816	13,632	LP03	13,620	13,596	13,608	14
LP04	0,908	10,954	0,245	0,618	0,816	13,541	LP02	13,622	13,598	13,610	14
LP03	0,908	11,009	0,245	0,618	0,816	13,596	LP01	13,605	13,580	13,593	14
LP02	0,908	11,011	0,245	0,618	0,816	13,598	LP1A	13,634	13,611	13,623	14
LP01	0,908	10,993	0,245	0,618	0,816	13,580	LP1B	13,681	13,657	13,669	14
LP1A	0,908	11,024	0,245	0,618	0,816	13,611	LP1C	13,699	13,674	13,687	14
LP1B	0,908	11,070	0,245	0,618	0,816	13,657	LP1D	13,664	13,639	13,652	14
LP1C	0,908	11,087	0,245	0,618	0,816	13,674	LP1E	13,649	13,624	13,637	14
LP1D	0,908	11,052	0,245	0,618	0,816	13,639	LP1F	13,627	13,603	13,615	14
LP1E	0,908	11,037	0,245	0,618	0,816	13,624	LP1G	13,629	13,604	13,616	14
LP1F	0,908	11,016	0,245	0,618	0,816	13,603	LP1H	13,620	13,596	13,608	14
LP1G	0,908	11,017	0,245	0,618	0,816	13,604	LP1I	13,599	13,575	13,587	14
LP1H	0,908	11,009	0,245	0,618	0,816	13,596	LP1J	13,618	13,594	13,606	14
LP1I	0,908	10,988	0,245	0,618	0,816	13,575	LP1K	13,654	13,630	13,642	14
LP1J	0,908	11,007	0,245	0,618	0,816	13,594	LP05S	11,978	11,602	11,790	12
LP1K	0,908	11,043	0,245	0,618	0,816	13,630	LP04S	11,947	11,572	11,760	12
LP05S	0,908	9,015	0,245	0,618	0,816	11,602	LP03S	12,006	11,632	11,819	12
LP04S	0,908	8,985	0,245	0,618	0,816	11,572	LP02S	11,952	11,578	11,765	12
LP03S	0,908	9,045	0,245	0,618	0,816	11,632	LP01S	11,939	11,564	11,751	12
LP02S	0,908	8,991	0,245	0,618	0,816	11,578	LP1AS	11,928	11,554	11,741	12
LP01S	0,908	8,977	0,245	0,618	0,816	11,564	LP1BS	11,937	11,562	11,749	12
LP1AS	0,908	8,967	0,245	0,618	0,816	11,554	LP1CS	11,951	11,576	11,763	12
LP1BS	0,908	8,975	0,245	0,618	0,816	11,562	LP1DS	11,947	11,571	11,759	12
LP1CS	0,908	8,989	0,245	0,618	0,816	11,576	LP1ES	11,942	11,570	11,756	12
LP1DS	0,908	8,984	0,245	0,618	0,816	11,571	LP1FS	11,962	11,538	11,750	12
LP1ES	0,908	8,983	0,245	0,618	0,816	11,570	LP1GS	11,959	11,585	11,772	12
LP1FS	0,908	8,951	0,245	0,618	0,816	11,538	LP1HS	11,909	11,534	11,721	12
LP1GS	0,908	8,998	0,245	0,618	0,816	11,585	LP1IS	11,935	11,560	11,747	12
LP1HS	0,908	8,947	0,245	0,618	0,816	11,534	LP1JS	11,974	11,594	11,784	12
LP1IS	0,908	8,973	0,245	0,618	0,816	11,560					
LP1JS	0,908	9,007	0,245	0,618	0,816	11,594					

Tabel 12. Cycle Time Rata-Rata

LP	CT Crusher 1 (menit)	CT Crusher 2 (menit)	CT Rata-Rata (menit)	CT Rata-Rata (menit)
LP07	13,785	13,761	13,773	14
LP06	13,683	13,664	13,673	14

Nilai CT minimum adalah 12 menit dan maksimum adalah 14 menit. Pada estimasi produksi yang akan dipakai adalah nilai CT maksimum.

Estimasi Faktor Koreksi

Perhitungan dilakukan dengan mengamati beberapa parameter seperti waktu kerja (W), waktu tunda (D), waktu operasi (O), waktu terhenti (I), waktu tersedia (A), waktu perawatan (M) dan waktu terjadwal (S). Kemudian akan dihitung nilai efisiensi optimum (persamaan 5) dan nilai ini akan digunakan untuk estimasi produksi. **Nilai efisiensi optimum = faktor koreksi.**

Tabel 13. Parameter Efisiensi Kerja Aktual

<b>Waktu Kerja (Work)</b>	Kerja Lancar (Waktu Siklus)
<b>Waktu Tunda (Delay)</b>	Tunggu LP Aktif Running Cari LP Antri di LP Tunggu Lip Chutte Terbuka Antri di Crusher Crusher Red Light Tramming Parking Waktu Tunda Lain-Lain
<b>Waktu Terhenti (Idle)</b>	Makan & Istirahat Ganti Truck Cuci Truck Mundur Kerja Cepat Check Out & Preparation Mengisi BBM dll.
<b>Waktu Perawatan (Maintenance)</b>	Check List & Warming Truck

Tabel ini merangkum kegiatan aktual di lapangan yang menyebabkan adanya hambatan dalam produksi.

Tabel 14. Efisiensi Kerja Aktual Crew III

Tanggal	E	PA	U	EO
05 Jan 2019	55%	97%	62%	33%
06 Jan 2019	61%	93%	50%	28%
07 Jan 2019	46%	95%	56%	24%
<b>Rata-Rata</b>	<b>54%</b>	<b>95%</b>	<b>56%</b>	<b>28%</b>

Tabel 15. Efisiensi Kerja Aktual Crew I

Tanggal	E	PA	U	EO
08 Jan 2019	22%	100%	69%	16%
09 Jan 2019	58%	96%	61%	34%
10 Jan 2019	61%	95%	69%	40%
11 Jan 2019	58%	100%	58%	34%
12 Jan 2019	64%	72%	49%	23%
<b>Rata-Rata</b>	<b>53%</b>	<b>93%</b>	<b>61%</b>	<b>29%</b>

Tabel 16. Efisiensi Kerja Aktual Crew II

Tanggal	E	PA	U	EO
13 Jan 2019	39%	95%	49%	20%
14 Jan 2019	40%	100%	68%	27%
15 Jan 2019	53%	100%	70%	38%
17 Jan 2019	53%	99%	68%	36%
<b>Rata-Rata</b>	<b>46%</b>	<b>99%</b>	<b>64%</b>	<b>30%</b>

Hasil perhitungan efisiensi operator untuk crew I adalah 53%, crew II adalah 46% dan crew III adalah 54%. Hasil ini menunjukkan bahwa dari waktu operasi yang ada, kurang lebih setengah dari waktu operasi digunakan untuk kerja produktif atau

melakukan siklus. Hasil perhitungan dari keadaan fisik alat (PA) untuk crew I adalah 93%, crew II adalah 99% dan crew III adalah 95%. Persentase ini menunjukkan bahwa alat yang digunakan berada dalam keadaan yang baik dengan waktu perbaikan yang rendah, artinya keadaan fisik alat sangat bagus. Hasil perhitungan keefektifan penggunaan alat (utility) untuk crew I adalah 61%, crew II adalah 64% dan crew III adalah 56%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan waktu dalam pengoperasian alat adalah setengah dari waktu yang tersedia.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai efisiensi optimum yang sangat rendah, yaitu tidak lebih dari 30%. Dari tabel tersebut nilai efisiensi optimum untuk masing-masing crew adalah crew I adalah 29%, crew II adalah 30% dan crew III adalah 28%. Efisiensi yang sangat rendah disebabkan karena adanya waktu hambatan dalam operasi, yang dipengaruhi oleh waktu tunda, waktu terhenti dan waktu perbaikan.

Pada hasil perhitungan tentang nilai rata-rata dari empat parameter waktu (tabel 3), didapatkan untuk waktu kerja (work) sebesar 3,26 jam, waktu tunda (delay) sebesar 3,26 jam, waktu terhenti (idle) sebesar 4,03 jam dan waktu perawatan (maintenance) sebesar 0,53 jam/hari. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu *idle* memiliki jumlah yang lebih besar dibandingkan tiga parameter lainnya. Namun disisi lain, waktu *delay* pun cukup besar, sehingga akan berpengaruh terhadap waktu kerja produktif.

Ada banyak hambatan yang terjadi dalam proses produksi (tabel 13). Hambatan tersebut seperti penggunaan waktu istirahat yang berlebihan, cuci *truck*, perbaikan alat, antri di *crusher*, mundur kerja terlalu cepat dan lain sebagainya. Hambatan lain yang terjadi adalah menunggu LP aktif, *running* cari LP dan antri di LP. Menunggu LP aktif adalah suatu kondisi dimana semua LP untuk sementara tidak beroperasi dengan kode lampu LP berwarna merah. *Running* cari LP adalah kondisi dimana ketika operator *dump truck* akan berputar mencari LP yang aktif (kode lampu LP hijau) untuk melakukan kegiatan pemuatan. Antri di LP adalah kondisi dimana ketika beberapa *truck* antri pada beberapa LP aktif saja yang sedang beroperasi.

Hal ini dapat terjadi karena ada saat dimana ketika *regular* dan *staggered crew* beroperasi dalam waktu yang sama sehingga terjadi *overlap*. Material yang ditumpahkan dari level *extraction* ke LP akan dimuat dan diangkut habis dengan sangat

cepat oleh *dump truck*. Kondisi ini akan berakibat pada adanya waktu tunda yang berpengaruh terhadap efisiensi optimum.

Estimasi Produksi

Berikut adalah perhitungan kemampuan produksi dari *staggered crew*:

- a. Estimasi Produksi *Staggered Crew I*  
Diketahui:

C = 50 ton (payload capacity)  
 FK = 0,29 atau 29% (FK = EO)  
 CT = 14 menit

Maka estimasi produksi adalah:

$$P = \frac{50 \text{ ton} \times 60 \text{ menit/jam} \times 0,29}{14 \text{ menit}}$$

P = 62,14 ton/jam  
 = 62,14 ton/jam x 11 jam/hari  
 = 683,54 ton/hari  
 = 559,26 ton/hari x 7 operator  
 = 4.784,78 ton/hari

- b. Estimasi Produksi *Staggered Crew II*  
Diketahui:

C = 50 ton (payload capacity)  
 FK = 0,30 atau 30% (FK = EO)  
 CT = 14 menit

Maka estimasi produksi adalah:

$$P = \frac{50 \text{ ton} \times 60 \text{ menit/jam} \times 0,30}{14 \text{ menit}}$$

P = 64,28 ton/jam  
 = 64,28 ton/jam x 11 jam/hari  
 = 707,08 ton/hari  
 P = 707,08 ton/hari x 7 operator  
 = 4.949,56 ton/hari

- c. Estimasi Produksi *Staggered Crew III*  
Diketahui:

C = 50 ton (payload capacity)  
 FK = 0,28 atau 28% (FK = EO)  
 CT = 14 menit

Maka estimasi produksi adalah:

$$P = \frac{50 \text{ ton} \times 60 \text{ menit/jam} \times 0,28}{14 \text{ menit}}$$

P = 60 ton/jam  
 = 60 ton/jam x 11 jam/hari  
 = 660 ton/hari  
 = 660 ton/hari x 7 operator  
 = 4.620 ton/hari

Tabel 17. Estimasi Produksi *Staggered Crew*

Crew	Produksi (Ton/Jam)	Produksi (Ton/Hari)
I	62,14	4.784,78
II	64,28	4.949,56
III	60	4.620
<b>Rata-Rata</b>	<b>62,14</b>	<b>4.784,78</b>

Setelah melakukan estimasi produksi, hasil menunjukkan bahwa target produksi tidak tercapai dengan rencana awal implementasi *staggered crew* (tabel 4). Oleh karena itu rekomendasi yang dapat diberikan yaitu dengan penambahan jumlah penugasan operator *dump truck*. Rekomendasi dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Rekomendasi (Penugasan Operator *Dump Truck*)

Jumlah Operator & Alat	Produksi (ton/jam)	Jam Kerja (jam/hari)	Produksi (ton/hari)
7	62,14	11	4.784,78
<b>8</b>	<b>62,14</b>	<b>11</b>	<b>5.468,32</b>
9	62,14	11	6.151,86
10	62,14	11	6.835,4

**KESIMPULAN**

Dari hasil evaluasi tentang implementasi *staggered crew* di level *truck haulage* area tambang DOZ, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu sebagai berikut:

1. Waktu kerja yang dipenuhi oleh masing-masing *crew* berbeda-beda dikarenakan pekerjaan yang dilakukan tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Waktu kerja dari *staggered crew I* adalah sebesar 540 menit, *crew II* adalah 510 menit dan *crew III* adalah 410 menit. Waktu kerja yang sesuai dengan jadwal hanya dilakukan oleh *crew I*. Waktu kerja produktif rata-rata (work) adalah sebesar 3,26 jam/hari. Waktu *delay* sebesar 3,26 jam/hari, waktu *idle* sebesar 4,03 jam/hari dan waktu *maintenance* sebesar 0,53 jam. Waktu *idle* merupakan waktu tertinggi dari keempat parameter ini.
2. Kemampuan produksi yang dapat dipenuhi oleh *staggered crew* adalah berbeda tiap *crew*. Kemampuan produksi dari *crew I* adalah sebesar 62,14 ton/jam dan 4.784,78 ton/hari. Kemampuan produksi dari *crew II* adalah sebesar 64,28 ton/jam dan 4.949,56 ton/hari. Kemampuan produksi dari *crew III* adalah sebesar 60 ton/jam dan 4.620 ton/hari.
3. Proses evaluasi tentang implementasi *staggered crew* dilakukan dengan melihat 3 parameter

yaitu waktu kerja, jumlah operator dan kemampuan produksi. Waktu kerja aktual yang dipergunakan *staggered crew* adalah sebesar 665 menit ( $\pm$  11 jam). Peningkatan produksi dalam pencapaian target dapat dilakukan dengan menugaskan 8 orang operator *dump truck* dengan produksi perkiraan yang akan dihasilkan sebesar 62,14 ton/jam dan 5.468,32 ton/hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andi Tenrisukki Tenriajeng. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma. Jakarta.
- Awang Suwandi. *Parameter Pengukuran Efisiensi Kerja Dalam* Horman J.R. 2014. *Penuntun Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua.
- Deny Kurniawan. 2008. *Regresi Linier. R Foundation for Statistical Computing*. Vienna. Austria
- Effendi Kadir. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Kasiram, Moh. 2008. *Metodologi Penelitian*. UIN Maliki Press. Malang.
- Suryana. 2010. *Metodologi Penelitian*. Universitas Pendidikan Indonesia.