

Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Tanah Penutup di PT Saptaindra Sejati Jobsite Sera, Kalimantan Selatan

Indra Harianto^a, Ketut Gunawan, Anton Sudiyanto

UPN "Veteran" Yogyakarta

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

email^a: indraharianto46@gmail.com

ABSTRACT

PT Saptaindra Sejati Jobsite Sera located in Balangan Regency, South Kalimantan. Site Sera is divided into three mining bussines permit which is owned by PT. Semesta Centra Mas(SCM), PT. Laskar Semesta Alam(LSA), PT. Paramitha Cipta Sarana(PCS). The study was conducted in PT.SCM and PT. LSA mining bussines permit. PT. Saptaindra Sejati Jobsite Sera applies an open-pit mining system using a combination of mechanical tools to carry out mining activities in order to achieve the predetermined overburden stripping target. Excavation and loading activities were carried out using the Excavator Komatsu PC 2000-8 and Komatsu PC 1250 while the haulage activities using Komatsu 785-7 dump truck and CAT 777E.

In the process of stripping the overburden it is necessary to optimize the production of the loader and hauler. This is useful for optimizing the production of loader and hauler. PT. Saptaidra Sejati set a production capability target on the fleet No. 1 and No. 2, which is 750 bcm/hour. Based on field observations, the production of the loader on fleet no.1 was 595.25 bcm / hour and fleet no 2 is 596.08 bcm/hour. And then for the hauler, production was obtained of 586.7 bcm / hour for fleet no. 1 and 590,6 bcm/hour for fleet no.2. For this reason, it is necessary to conduct a research on the production of the loader and hauler on each fleet

Keywords: production, reach of production, match factor.

ABSTRAK

PT Saptaindra Sejati Jobsite Sera terletak di Kabupaten Balangan, Kalimantan Selatan. Site Sera terbagi menjadi tiga Izin Usaha Pertambangan (IUP) yaitu milik PT. Semesta Centramas(SCM), PT. Laskar Semesta Alam(LSA) dan PT. Paramitha Cipta Sarana(PCS). Penelitian dilakukan di IUP PT .SCM dan IUP PT. LSA. PT. Saptaindra Sejati Jobsite Sera menerapkan sistem tambang terbuka dengan menggunakan kombinasi alat mekanis untuk melakukan kegiatan penambangan dalam rangka untuk mencapai target pengupasan overburden yang telah ditetapkan. Kegiatan penggalian dan pemuatan lapisan tanah penutup menggunakan Excavator Komatsu PC 2000 dan Komatsu PC 1250 sedangkan proses pengangkutan menggunakan alat angkut Komatsu HD 785 dan CAT 777E.

Pada proses pengupasan tanah penutup perlu dilakukan optimalisasi terhadap produKSI alat gali muat dan alat angkut. Hal ini berguna untuk mengoptimalkan produksi dari alat gali muat dan alat angkut. PT. Saptaidra Sejati menetapkan target kemampuan produksi pada fleet No. 1 dan No. 2 yaitu sebesar 750 bcm/jam. Berdasarkan pengamatan lapangan didapatkan produKSI dari alat gali-muat pada fleet no.1 sebesar 595,25 bcm/jam dan fleet no 2 596,08 bcm/jam. Sedangkan untuk alat angkut didapat produKSI sebesar 586,7 bcm/jam untuk fleet no. 1 dan 590,6bcm/jam untuk fleet no.2. Untuk itu perlu dilakukan kajian terhadap produKSI dari alat gali-muat dan alat angkut pada masing-masing fleet

Kata kunci : produKSI, ketercapaian produksi, keserasian kerja

I. PENDAHULUAN

PT. Saptaindra Sejati merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kontraktor pertambangan batubara. Secara administrasi wilayah kerja PT. Saptaindra Sejati Jobsite Sera berada pada dua kecamatan, yakni Kecamatan Juai dan Kecamatan Awayan, Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan.

Sistem penambangan yang diterapkan yaitu tambang terbuka dengan menggunakan kombinasi alat mekanis pada proses pengupasan tanah penutup guna mencapai target produksi yang telah ditetapkan. Adapun target produKSI yang ditetapkan pada kegiatan pengupasan tanah penutup yaitu sebesar 750 bcm/jam untuk kombinasi alat gali-muat komatsu PC 2000 dan alat

angkut Komatsu HD 785 yang berjumlah 2 *fleet*. Berdasarkan pengamatan di lapangan didapat produKSI untuk alat gali-muat pada *fleet* no.1 yaitu 595,25 bcm/jam dan *fleet* no.2 596,08 bcm/jam sedangkan untuk alat angkut 586,72 bcm/jam pada *fleet* no.1 dan 590,64 pada *fleet* no.2. Sehingga perlu dilakukan kajian teknis guna menganalisa faktor-faktor penyebab ketidaktercapaian dan dapat dilakukan upaya peningkatan produksi.

II. DASAR TEORI

Pola Pemuatan

Pola pemuatan dapat diklasifikasikan menurut beberapa jenis sudut pandang yaitu sebagai berikut:

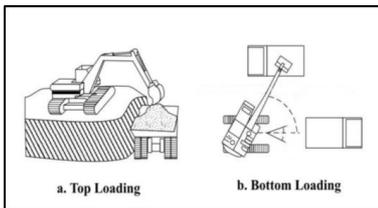
1. Berdasarkan kedudukan alat muat terhadap alat angkut
Perbedaan posisi dari alat tersebut dapat dibedakan berdasarkan perbedaan ketinggian level kerja. Posisi tersebut memungkinkan untuk bekerja pada level yang sama ataupun berbeda.

a. *Top Loading*

Kedudukan alat muat berada pada posisi yang lebih tinggi dari pada bak dump truck (alat muat berada di bagian atas jenjang).

b. *Bottom loading*

Bottom loading merupakan posisi pemuatan dengan kedudukan alat muat akan berada pada level yang sama dengan level alat angkut.

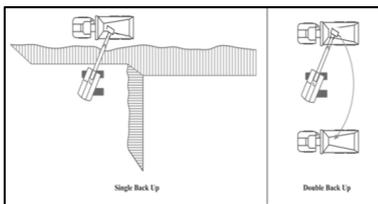


Gambar 1. Pola Pemuatan *Top Loading* dan *Bottom Loading*

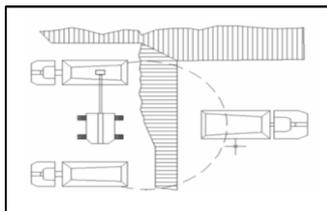
2. Berdasarkan Jumlah dan Penempatan Alat Muat Terhadap Alat Angkut

Adapun beberapa jenis pola pemuatan berdasarkan jumlah dan penempatan alat muat terhadap alat angkut, yaitu :

- a. *Single Back Up*, yaitu dumptruck memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat.
- b. *Double Back Up*, yaitu dumptruck memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat.
- c. *Triple Back Up*, yaitu Dumptruck memposisikan diri untuk dimuati pada tiga tempat.



Gambar 2. Pola Gali Muat *Single Back Up* dan *Double Back Up*

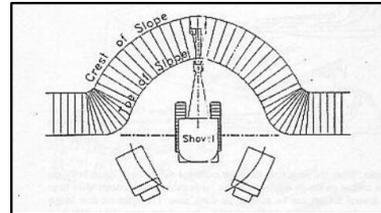


Gambar 3. Pola Gali Muat *Triple Back Up*

3. Berdasarkan Manuver Posisi Alat Muat Terhadap Muka Jenjang

a. *Frontal Cut*

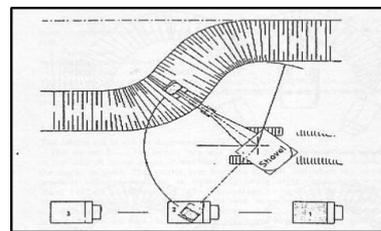
Pola ini menunjukkan posisi alat muat yang berhadapan langsung dengan muka jenjang. Penggalan dilakukan ke arah depan dan samping dari posisi alat muat.



Gambar 4. Pola Pemuatan *Frontal cut*

b. *Parallel cut with drive-by*

Pemuatan dilakukan secara sejajar dengan muka jenjang. Pada metode ini diperlukan akses alat angkut dari dua arah.



Gambar 5. *Parallel cut with drive-by*

Faktor Pengembangan

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kondisi asli material dengan kondisi gembur setelah dilakukan penggalan. Penentuan faktor pengembangan atau *swell factor* dapat dinyatakan dengan :

$$\text{Swell Factor} = \frac{V_{\text{bank}}}{V_{\text{loose}}}$$

Keterangan:

V_{insitu} = Volume keadaan asli di alam (m^3)

V_{loose} = Volume keadaan lepas (m^3)

Geometri Jalan Angkut

Adapun geometri jalan angkut itu sendiri terdiri dari lebar jalan, kemiringan jalan, jari-jari melintang, *superelevasi* dan kemiringan melintang

1. Lebar Pada Jalan Lurus

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai untuk jalur ganda atau lebih (lihat Gambar 6), dengan rumus :

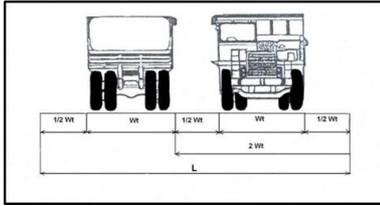
$$L_{\text{Min}} = (1,5n + 0,5) W_t$$

Keterangan:

L_{min} = Lebar jalan angkut minimum (m)

n = Jumlah jalur

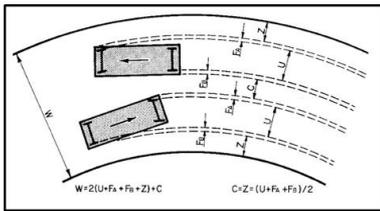
W_t = Lebar alat angkut (m)



Gambar 6. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Jalan Lurus

2. Lebar Jalan pada Tikungan

Pada Gambar 7. dapat dilihat kondisi pada saat alat angkut membelok, yang mana lebar jalan pada tikungan selalu lebih besar dibandingkan lebar jalan lurus.



Gambar 7. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan (Kaufman dan Ault, 1977) adalah:

$$L_t = n(Z + U + Fb + Fa) + C$$

$$Z = C = 0,5(U + Fa + Fb)$$

Keterangan :

- W = Lebar jalan belokan
- U = Jarak jejak roda kendaraan
- Ad = Jarak as roda depan dengan batas depan alat (m)
- Ab = Jarak as roda belakang dengan batas belakang alat (m)
- a = Sudut penyimpangan (belok roda depan)
- Fa = Lebar jantai depan
- Fb = Lebar jantai belakang

Dapat dihitung dengan rumus: $Fa = Ad \times \sin a$
 Dapat dihitung dengan rumus: $Fb = Ab \times \sin a$
 C = jarak antara dua alat angkut
 Z = jarak dari sisi luar alat angkut ketepi jalan,

Dapat dihitung dengan rumus :
 $Z = C = 0,5(U + Fa + Fb)$

3. Kemiringan Jalan Angkut (Grade)

Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan 1% berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter pada jarak mendatar sejauh 100 meter.

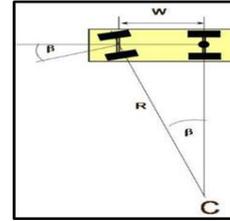
$$Grade = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \%$$

Keterangan :

- Δh = Beda tingi antara dua titik yang diukur (m)
- Δx = Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

4. Jari-jari Tikungan

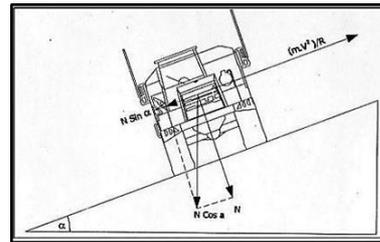
Jari-jari lintasan ialah jari-jari lingkaran yang dimiliki oleh roda belakang dan roda depan.



Gambar 8. Jari-jari Lintasan Alat Angkut

5. *Superelevasi*

Superelevasi merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian.



Gambar 9. Gaya-gaya yang Bekerja Pada Superelavasi Jalan Angkut

Dalam penentuan besarnya *superelevasi*, rumus yang digunakan adalah:

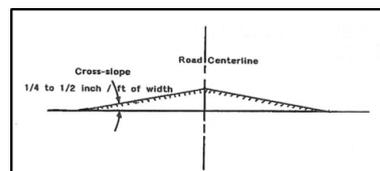
$$e + f = \frac{v^2}{127 R}$$

Keterangan :

- e = *Superelevasi* (m/m)
- V = Kecepatan rencana alat angkut
- F = Faktor gesekan (m)
- R = Radius Tikungan (m)

6. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Cross slope pada jalan tambang memiliki tujuan untuk mengalirkan air pada jalan, sehingga air tersebut akan mengalir ke tepi jalan dan tidak mengganggu alat yang sedang bekerja.



Gambar 10. Penampang *Cross Slope*

Front Kerja Alat

Front kerja alat harus memenuhi kriteria dimensi yang mempertimbangkan kondisi alat untuk bekerja. Mobilitas alat dan produKSI alat sangat dipengaruhi oleh dimensi front kerja.

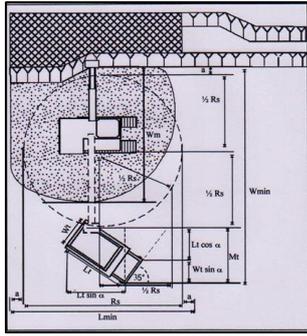
Persamaan lebar minimum *front* kerja alat (Komatsu, 2004):

$$W_{min} = 2(0,5 R_s) + a + M_t$$

Keterangan:

- W_t = Lebar minimum area kerja penambangan (m)
- R_s = Radius ayun alat muat (m)

a = Jarak tambahan pengaman (m)
 Mt = Lebar alat angkut saat membentuk sudut a (m)



Gambar 11. Dimensi *Front* Penambangan

Waktu Edar Alat Mekanis

Setiap alat berat yang beroperasi melakukan kerjanya berdasarkan siklus kerja. Adapun waktu yang diperlukan untuk melakukan satu siklus kegiatan kerja dari alat mekanis disebut dengan waktu edar

1. Waktu Edar Alat Muat

Waktu edar alat muat adalah waktu satu siklus pemuatan yang diawali dari kegiatan menggali material sampai menumpahkan material ke dalam alat angkut dan kembali ke kondisi awal dengan mangkuk alat muat kosong.

$$Ctm = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$$

Ctm : Total waktu edar siklus pemuatan, (detik)

$Tm1$: Waktu untuk menggali material, (detik)

$Tm2$: Waktu ayun bermuatan, (detik)

$Tm3$: Waktu untuk menumpahkan material, (detik)

$Tm4$: Waktu ayun tidak bermuatan, (detik)

2. Waktu edar alat angkut adalah waktu satu siklus pengangkutan yang diawali dari waktu kegiatan mengatur posisi untuk pemuatan, waktu pemuatan, waktu mengangkut material, waktu menunggu penumpahan, waktu penumpahan dan waktu kembali dalam kondisi kosong.

$$Cta = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6$$

Keterangan :

Cta : Total waktu edar siklus pengangkutan, (menit)

$Ta1$: Waktu mengambil posisi untuk pemuatan, (menit)

$Ta2$: Waktu pemuatan, (menit)

$Ta3$: Waktu mengangkut material, (menit)

$Ta4$: Waktu mengambil posisi untuk penumpahan (menit)

$Ta5$: Waktu penumpahan, (menit)

$Ta6$: Waktu kembali dalam kondisi kosong, (menit)

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah :

1. Kondisi tempat kerja

Dengan kondisi tempat kerja yang baik maka alat mekanis dapat bekerja dengan optimal, lain halnya dengan kondisi tempat kerja yang buruk akan mengakibatkan alat tidak dapat bekerja secara optimal

2. Kondisi cuaca

Pada waktu musim hujan, kondisi tempat kerja akan menjadi berlumpur dan kurang stabil, sehingga peralatan mekanis yang dioperasikan tidak dapat bekerja secara optimal.

3. Faktor manusia

Dengan bekerja pada waktu yang telah ditentukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan maka diharapkan efisiensi akan semakin meningkat begitupun sebaliknya.

4. Waktu Tunda

Waktu tunda dapat meliputi hambatan yang terjadi selama dilakukan kegiatan penambangan. Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja akan mengakibatkan waktu kerja efektif semakin kecil.

Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut :

$$Wke = Wkt - Wht$$

$$\text{Efisiensi kerja} = \frac{Wke}{Wkt} \times 100 \%$$

Keterangan:

Wke = waktu kerja efektif, menit

Wkt = waktu kerja tersedia, menit

Wht = waktu hambatan, menit

Faktor Keserasian Alat Mekanis

Match Factor atau faktor keserasian adalah perbandingan waktu siklus perputaran alat angkut dengan waktu proses pemuatan oleh alat muat.

$$MF = \frac{Na \times Ctm}{Nm \times Cta}$$

Keterangan :

MF = faktor keserasian

Na = jumlah alat angkut, (unit)

Nm = jumlah alat muat, (unit)

Ctm = waktu edar (*cycle time*) alat muat

Cta = waktu edar (*cycle time*) alat angkut

Berdasarkan perhitungan diatas maka akan diketahui tingkat keserasian kerja antara alat gali-muat dan alat angkut, apabila dari hasil perhitungan ternyata :

a. Faktor keserasian kurang dari satu ($MF < 1$), menunjukkan keadaan alat muat akan menunggu alat angkut.

b. Faktor keserasian sama dengan satu ($MF = 1$), menunjukkan kondisi ideal antara alat muat dan angkut, atau tidak ada kondisi alat yang menunggu.

c. Faktor keserasian lebih dari satu ($MF > 1$), menunjukkan keadaan alat angkut akan menunggu alat muat.

Produksi Alat Mekanis

Produksi dari alat mekanis merupakan banyaknya material yang dapat dihasilkan atau diproduksi pada setiap jamnya.

1. Produksi Alat Gali-Muat

Produksi alat muat adalah kemampuan alat untuk

memuat material dalam satuan jam.

$$Pm = \frac{60}{CTm} \times KB \times FF \times EK \times SF$$

Keterangan :

Pm = Produksi alat muat, (m³/ jam)

FF = Faktor pengisian, (%)

CTm = Waktu edar alat muat, (menit)

EK = Efisiensi kerja, (%)

KB = Kapasitas *bucket* alat muat, (m³)

SF = Faktor pengembangan, (%)

2. Produksi Alat Angkut

Produksi alat angkut dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$Pm = \frac{60}{CTa} \times KBm \times FF \times EK \times SF$$

Keterangan :

Pa = Produksi alat muat, (m³/ jam)

EK = Efisiensi kerja, (%)

Cta = Waktu edar alat angkut, (menit)

SF = Faktor pengembangan, (%)

KBm = Kapasitas bak alat angkut, (m³)

FF = Faktor pengisian, (%)

Pengaruh Tahanan Gaya Gerak Kendaraan

Adapun gaya yang mempengaruhi kinerja dari alat angkut yaitu tahanan gulir dan tahanan kemiringan jalan.

1. Tahanan Gulir (Rolling Resistance)

Rolling Resistance merupakan tahanan gulir yang terdapat pada roda yang sedang bergerak akibat adanya gaya gesek antara roda dengan permukaan tanah yang arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak kendaraan. Menentukan nilai Rolling resistance secara pasti adalah sangat sulit dilakukan, karena sebenarnya jenis dan tekanan ban serta kecepatan kendaraan ikut mempengaruhi harga rolling resistance. Jadi nilai rolling resistance ditentukan dalam persen berat, seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Nilai Penentuan *Rolling Resistance*

Jenis Permukaan	Ban Baja/Plan Bearings	Crawler Type/Track vehicle	Ban karet, Anti Friction Bearings	
			High Press	Low Press
Beton halus	40	55	35	45
Aspal keadaan baik	40-70	60-70	40-65	50-65
Tanah padat baik	70-100	60-80	40-70	50-70
Tanah tak terpelihara	100-150	80-110	100-140	70-100
Tanah becek, berlubang	250-300	140-180	180-220	150-200
Pasir kerikil, lepas	280-320	160-200	260-290	220-260
Tanah sangat jelek	350-400	200-240	300-400	280-340

2. Tahanan Kemiringan Jalan (*Grade Resistance*)

Tahanan kemiringan adalah tahanan yang disebabkan oleh adanya perbedaan ketinggian dari titik awal ke titik selanjutnya, dapat juga diartikan sebagai gaya yang hilang akibat adanya perbedaan kemiringan jalan. Besarnya nilai kemiringan rata-rata untuk setiap 1% kemiringan yaitu ± 20 lbs/ton. Perhitungan tahanan kemiringan dapat dihitung dengan rumus:

$$GR\ factor = 20\ lb/ton \times \% \ grade$$

$$GR = GR\ factor\ (lb/ton) \times Gross\ machine\ weight\ (tons)$$

Keterangan :

Grade : Kemiringan jalan angkut (%)

Gross machine weight : Berat keseluruhan alat angkut (ton)

Rimpull

Rimpull merupakan besarnya gaya atau kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin kepada roda atau penggerakannya yang menyentuh permukaan jalur jalan.

$$Rimpull = \frac{375 \times HP \times Eff}{Speed\ (mph)} \times 375 \times HP \times Eff\ speed$$

Keterangan :

HP : Daya Mesin (HP)

Speed : Kecepatan (mph)

Eff : Efisiensi Mesin; untuk kendaraan beroda ban 80%-85%

III. HASIL

Kondisi Tempat Kerja

Kegiatan pengupasan tanah penutup oleh *fleet* no.1 dan no.2 dilakukan pada pit *central* PT. Balangan Coal. Kegiatan penambangan berada pada elevasi -16 mdpl dengan lebar front sebesar 28 meter dan 29 meter.



Gambar 12. Kondisi *Front* Penambangan

Geometri Jalan Angkut

Berikut hasil penelitian dari geometri jalan angkut yang ditinjau dari lebar jalan dan kemiringan jalan. Jalan angkut dari *front* penambangan menuju disposal merupakan jalan 2 lajur.

Tabel 2. Geometri Jalan Angkut

Segmen	Jarak (meter)	Grade (%)	Lebar (meter)
A - B	196,35	0.6%	20,58
B - C	130,99	6.3%	19,86
C - D	99,9	8.1%	24,66
D - E	100,0	2.2%	16,87
E - F	100,03	0.5%	26,54
F - G	362,38	4.8%	23,55
G - H	200,07	3.8%	32,01
H - I	559,78	5.7%	24,57
I - J	149,71	1.3%	31,74
J - K	1039,12	0.7%	23,48
K - L	92,83	0.6%	28,69
L - M	238,16	-2.9%	21,16
M - N	212,13	-4.7%	25,88
N - O	239,6	-6.4%	21,97

Selain hal di atas, hal yang perlu ditinjau pada jalan angkut yaitu superelevasi. Perhitungan jari-jari

tikungan minimum pada jalan angkut yaitu 7,55 meter. Nilai superelevasi berdasarkan kecepatan rata-rata saat menikung yaitu ± 18 km/jam, adapun nilai super elevasi yaitu 0,36 meter.

Jadwal Kerja

PT. Saptaindra Sejati memiliki waktu kerja selama 31 hari selama bulan maret 2020 dengan 2 shift kerja setiap harinya.

Tabel 2. Waktu Kerja Harian

Hari Kerja	Waktu Kerja	
	Shift I	Shift II
Sabtu – Kamis	07.00-12.00 dan 13.00-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00
Jum'at	07.00-11.30 dan 13.30-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00

Berdasarkan table diatas, dapat diketahui jumlah waktu kerja normal rata-rata dalam satu minggu, yaitu :

$$\frac{152 \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}} = 21,714 \text{ jam/hari}$$

Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-benar digunakan oleh alat untuk melakukan kegiatan produksi. Pada kenyataannya waktu yang tersedia tidak dapat sepenuhnya digunakan untuk kegiatan produksi karena adanya hambatan kerja.

Tabel 3. Waktu Kerja Efektif Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Saat Penelitian

Keterangan	Alat Gali-Muat		Alat Angkut	
	Fleet No.1	Fleet No.2	Fleet No.1	Fleet No.2
Waktu Tersedia	744,00	744,00	744,00	744,00
Hambatan yang Tidak Dapat Dioptimalkan (Jam)				
Hujan	130,67	130,83	130,67	130,83
Slippery	34,17	37,75	34,17	37,75
Banjir	9,00	-	6,07	-
Dust	-	-	-	-
Hopper / Crusher Shutdown	-	-	-	-
Ibadah Jumat	4,00	4,00	5,00	4,00
No Operator	-	-	-	-
No Operator (Absence)	0,08	-	-	-
Perawatan Ringan	-	-	-	-
Demo	-	-	-	-
Menunggu Peledakan	0,58	0,33	0,29	0,44
PSM, Safety Talk	5,67	4,75	5,06	5,70
Production Rescheduling	-	-	-	-
No Order, No Material (OB & Coal), No Area	0,17	-	-	-
Break down Hours	7,67	16,58	9,00	8,96
Total	192,00	194,25	190,25	187,68
Hambatan yang Dapat Dioptimalkan (Jam)				
Makan dan Istirahat	70,83	72,66	69,27	71,11
Pergantian Shift	14,18	15,92	13,36	13,21
Memunggu Alat lain	5,75	6,50	8,20	7,63
Preparasi front, jalan dan disposal	1,83	1,42	1,15	1,78
Keperluan Operator	8,67	10,17	7,54	9,71
Pelumas, Pengisian Bahan Bakar, Pencucian	6,33	7,75	8,59	9,04
Total	107,60	114,41	108,11	112,47
Waktu Kerja Efektif	444,40	435,34	445,63	443,84
Faktor Efisiensi	59,7%	58,5%	59,9%	59,7%

Setelah mengetahui hambatan kerja untuk masing-masing alat maka dapat diketahui faktor efisiensi kerja dari alat tersebut yang dapat mempengaruhi tingkat produKSI dari alat itu sendiri. Efisiensi didapat dari perbandingan antara waktu yang digunakan dengan waktu tersedia

Faktor Pengisian Bucket

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan terhadap volume nyata bucket, maka besarnya faktor pengisian bucket untuk alat gali-muat Komatsu PC 2000 yaitu sebesar 90%.

Waktu Edar

Waktu edar alat gali-muat adalah rata-rata waktu alat gali muat untuk menggali, waktu berputar denan muatan, waktu menumpahkan, waktu berputar tanpa muatan serta waktu menunggu alat angkut. Waktu edar alat gali-muat dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 4. Waktu Edar Aktual Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat	Waktu Edar
PC 2000 fleet no.1	37,8 detik
PC 2000 fleet no.2	36,97 detik

Sedangkan pengamatan waktu edar alat angkut meliputi waktu menunggu, waktu mengambil posisi untuk dimuati, waktu pemuatan, waktu travel isi, waktu dumping dan waktu kembali tanpa muatan. Waktu edar alat angkut dapat dilihat pada table 4.

Tabel 5. Waktu Edar Aktual Alat Angkut

Alat Gali-Muat	Waktu Edar
HD 785 fleet no.1	1.153,1 detik
HD 785 fleet no.2	1140,8 detik

Faktor Keserasian

Berdasarkan pengamatan dilapangan didapat nilai faktor keserasian antara 1 unit alat gali-muat dan 6 unit alat angkut untuk *fleet no. 1* yaitu 1,003 dan *fleet no.2* yaitu 1,005. Karena didapat nilai MF > 1 maka alat angkut bekerja kurang dari 100% sehingga akan terjadi waktu menunggu dari alat angkut dan terjadi antrian dari alat angkut.

ProduKSI Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Penilaian kinerja suatu alat mekanis dapat dikatakan optimal atau belum optimal dapat dilihat berdasarkan jumlah produksi yang dapat dihasilkan dalam setiap jam nya.

Tabel 6. ProduKSI Aktual Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat	Jumlah	ProduKSI
PC 2000 fleet no.1	1	595,25 bcm/jam
PC 2000 fleet no.2	1	596,088 bcm/jam

Tabel 7. ProduKSI Aktual Alat Angkut

Alat Angkut	Jumlah	ProduKSI
HD 785 fleet no.1	6	586,729 bcm/jam
HD 785 fleet no.2	6	590,643 bcm/jam

IV. PEMBAHASAN

Faktor Yang Mempengaruhi ProduKSI Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi produKSI dari alat gali-muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan tanah penutup sehingga target yang telah ditetapkan belum dapat tercapai.

1. Pola Pemuatan

Berdasarkan pengamatan dilapangan diketahui rata-rata lebar front penambangan yaitu sekitar 28 meter dengan tinggi jenjang kerja setinggi 2,5-3 meter. pola pemuatan yang diterapkan pada kegiatan pengupasan tanah penutup yakni dengan metode *single back up* sehingga akan terjadi *first delay bucket* pada alat gali-muat untuk menunggu alat angkut bermanuver menempatkan diri.

2. Lebar Jalan Angkut

Berdasarkan perhitungan teoritis, lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus untuk dua jalur yaitu 21 meter sedangkan pada tikungan yaitu 27,5 meter. Namun pada kondisi aktual di lapangan terdapat beberapa segmen jalan angkut yang belum memenuhi standar minimum. Adapun segmen jalan yang belum memenuhi standar yaitu segmen A-B, B-C, C-D, D-E, E-F dan segmen M-N.

3. Waktu Edar

Waktu edar alat gali-muat terdiri dari waktu menggali, waktu mengayun dengan muatan, waktu menumpahkan dan waktu mengayun kosong. Adapun besarnya waktu edar alat gali muat pada *fleet no.1* yaitu 37,8 detik dan pada *fleet no.2* 36,97 detik. Kemudian waktu edar dari alat angkut terdiri dari waktu mengambil posisi untuk dimuati, waktu pemuatan, waktu mengangkut muatan, waktu mengambil posisi untuk menumpahkan, waktu penumpahan dan waktu kembali tanpa muatan. Waktu edar alat angkut pada *fleet no.1* yaitu 1153,1 detik dan *fleet no.2* yaitu 1140,8 detik.

4. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan perbandingan antar waktu kerja efektif dengan waktu total. Berdasarkan pengamatan efisiensi kerja dari alat gali-muat *fleet no.1* yaitu 59,7% dan *fleet no.2* 58,5% sedangkan untuk alat angkut yaitu 59,9% pada *fleet no.1* dan 59,7% pada *fleet no.2*

Upaya Peningkatan Produksi

Berikut ini upaya dalam meningkatkan kemampuan produksi dari alat gali-muat dan alat angkut yang digunakan oleh PT. Saptaindra Sejati.

1. Perbaikan Waktu Kerja Efektif

Perbaikan waktu kerja efektif dapat dilakukan dengan meminimalisir waktu yang terbuang akibat hambatan yang dapat dioptimalkan. Adapun hambatan yang dapat dioptimalkan seperti waktu untuk istirahat dan makan, pengisian bahan bakar, preparasi *front*, jalan dan disposal serta waktu menunggu kedatangan alat. Setelah dilakukan perbaikan waktu kerja efektif maka didapat peningkatan terhadap efisiensi kerja. Adapun peningkatan yang terjadi yaitu pada alat gali-muat *fleet no.1* menjadi 62,0% dan pada *fleet no.2* menjadi 61,7% sedangkan untuk alat angkut pada *fleet no.1* meningkat menjadi 63,1% dan pada *fleet no.2* menjadi 62,7%. Maka produKSI alat gali-muat dan alat angkut setelah perbaikan waktu kerja efektif dapat dilihat pada tabel 8 dan tabel 9.

2. Perbaikan Waktu Edar

Perbaikan waktu edar alat gali-muat didapat berdasarkan nilai modus dari waktu edar sesuai pengamatan di lapangan. Waktu edar dari alat gali muat juga dapat ditingkatkan dengan perbaikan terhadap pola pemuatan, yang semula dengan pola pemuatan *single back up* menjadi pola pemuatan *double back up* sehingga diasumsikan tidak akan terjadi *first delay bucket* pada siklus alat gali-muat. Untuk itu perlu dilakukan pelebaran terhadap *front* penambangan menjadi 31 meter dari yang semula 29 meter dan 28 meter pada masing-masing *fleet*. Sehingga didapat peningkatan waktu edar alat gali-muat sebagai berikut

Tabel 8. Waktu Edar Alat Gali-Muat Setelah Perbaikan

Alat Gali-Muat	Waktu Edar (detik)	
	Sebelum	Sesudah
<i>Fleet no.1</i>	37,78	31,1
<i>Fleet no.2</i>	36,97	30,8

Pada alat angkut perbaikan waktu edar dapat dilakukan dengan melakukan perbaikan terhadap kondisi jalan angkut. Adapun perbaikan geometri jalan angkut yang dibutuhkan yaitu pelebaran jalan pada segmen A-B perlu ditambah 0,42 meter, segmen B-C perlu ditambah 1,14 meter, segmen C-D ditambah 0,96 meter, segmen D-E ditambah 4,13 meter dan segmen E-F ditambah 0,96 meter dengan nilai superelevasi sebesar 0,03 mm/m dan cross slope minimum 0,42 meter.

Tabel 9. Waktu Edar Alat Angkut Setelah Perbaikan

Alat Angkut	Waktu Edar (detik)	
	Sebelum	Sesudah
<i>Fleet no.1</i>	1153,08	1.110,63
<i>Fleet no.2</i>	1140,79	1.113,21

3. Penambahan Jumlah Alat Angkut

Setelah dilakukan perngoptimalan terhadap waktu edar didapat faktor keserasian antara alat muat dan alat angkut sebesar 0,97 dan 0,98. Untuk mendapatkan faktor keserasian atau MF >1 karena untuk menerapkan pola pemuatan *double backup* harus ada alat angkut yang mengantri maka dibutuhkan penambahan alat angkut untuk masing-masing *fleet* sejumlah 1 unit dari sebelumnya 6 unit menjadi 7 unit pada masing-masing *fleet*.

Adapun produKSI dari alat muat dan alat angkut setelah perbaikan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Kemampuan Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Setelah Dioptimalkan

ProduKSI (BCM/Jam)			
Fleet No.1		Fleet No.1	
Alat Gali-Muat	Alat Angkut	Alat Gali-Muat	Alat Angkut
750,3	748,91	754,7	743,36

V. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. ProduKSI dari alat gali-muat pada *fleet* no.1 yaitu sebesar 595,25 bcm/jam sedangkan untuk alat angkut pada *fleet* no.1 yaitu sebesar 586,7 bcm/jam. Pada *fleet* no. 2 produKSI dari alat gali-muat yaitu sebesar 596,08 bcm/jam dan untuk alat angkut sebesar 590,6 bcm/jam.
2. Faktor belum tercapainya 750 bcm/jam yaitu kurang optimalnya waktu edar dan waktu kerja efektif dari alat gali-muat serta alat ngkut.
3. Upaya peningkatan produKSI dapat dilakukan dengan :
 - a. Meminimalisir waktu hambatan yang dapat dioptimalkan sehingga diperoleh efisiensi kerja pada alat gali-muat *fleet no.1* menjadi 62,0% dan pada *fleet no.2* menjadi 61,7% sedangkan untuk alat angkut pada *fleet no.1* meningkat menjadi 63,1% dan pada *fleet no.2* menjadi 62,7%.
 - b. Melakukan peningkatn waktu edar pada alat galimuat dan alat angkut dengan perbaikan front penambangan, perbaikan pola pemuatan dan perbaikan jalan angkut sehingga didapat waktu edar alat gali-muat sebesar 31,1 detik pada *fleet no.1* dan 30,8 detik pada *fleet no.2*. Sedangkan waktu edar alat angkut yaitu 1088,9 detik untuk *fleet no.1* dan 1077,3 detik untuk *fleet no.2*.
 - c. Melakukan peambahan alat ngkut pd masing-masing *fleet 1* unit sehingga menjadi 7 unit dari semula 6 unit.
4. Setelah dilakukan upaya peningakataan produksi dari alat galimuat dan alat angkut didapat produKSI dari alat gali-muat sebesar 750,3 bcm/jam pada *fleet no.1* dan 754,7 bcm/jam pada *fleet no.2*, sedangkan untuk alat angkut yaitu 748,92bcm/jam untuk *fleet no.1* dan 743,36bcm/jam untuk *fleet no.2*.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Perlu diberikan pelatihan/pemahaman lebih lanjut baik kepada operator maupun pengawas mengenai metode pemuatan double back up.
2. Meningkatkan kedisiplinan dari operator dan peran tegas dari pengawas agar meminimalisir hambatan-hambatan yang seharusnya tidak perlu. Hal ini guna meningkatkan waktu kerja efektif.
3. Perlu adanya monitoring secara berkala dan tegas mengenai kondisi jalan angkut dan front penambangan agar selalu sesuai dengan kondisi standar, guna meningkatkan waktu edar alat.
4. Perlu adanya standar operasional prosedur baik bagi operator maupun pengawas agar kinerja dari alat mekanis dapat optimal.

VI. DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Burt C.N, 2018, *Equipment Selection for Mining*, Springer Nature: Switzerland.
- Hustrulid, dkk, 2013, *Open Pit Mine Planning and Design : Vol 1 Fundamentals*, AA Balkema : Netherland
- Indonesianto, Y, 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis, Program Studi Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta*. Yogyakarta.
- Komatsu Inc., 2013, *Komatsu Specification and Application Handbook*, Komatsu : Japan, Page 57 and Page 658
- Morgan W.C., dan Peterson L.L., 1968, *Determining shovel-truck productivity*. Min. Eng.
- Nichols, H. L. dan Day, D. A., 2005, *Moving The Earth: The Workbook Excavation*, McGraw-Hill : New York, Page 49.
- Nunnally S.W, 2007, *Construction Methods and Management, seventh edition*, Pearson Prentice Hall: United States of America
- Peurifoy, RL et al. 2006. *Construction Planning, Equipment, and Method 7 Edition*. McGraw-Hill : New York
- R. Heryanto, dkk. 2007. *Peta Geologi Lembar Sampanahan, Kalimantan, Bandung: Pusat Survei Geologi*
- Sulistyana, Waterman. 2017. *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta: Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Suwandi, Awang. 2004, *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*. Jurusan Teknik Pertambangan Unisba : Bandung
- _____.2018.*Balangan Coal Profile Company*. Balangan : Balangan Coal