

Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut terhadap Pencapaian Target Produksi 33.792 LCM per Bulan pada Kegiatan Penambangan Andesit di PT XYZ Kecamatan Bojonegara, Kabupaten Serang, Provinsi Banten

Indra Anugrah Sidki*, Yunus Ashari, Zaenal

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*indrasidki@gmail.com, yunus_ashari@unisba.ac.id, zaenal@unisba.ac.id

Abstract. PT XYZ is a manufacturing industry company that has a mine located in the bojonegara sub-district, Serang district, which has a production operation IUP covering an area of 30 ha. The activity is carried out using the open pit mining method (quarry) with a production target of 33,792 LCM/month or 1,251.56 LCM/day by operating 2 excavators Komatsu PC-200 with a capacity of 0.9 LCM and 9 Hino Ranger FG 235 conveyances. JJ capacity 16 LCM. Several technical factors that can affect the achievement of production targets include work efficiency, circulation time and filling factor. So it is necessary to conduct a technical study to achieve the production target. Based on the results of the study, the productivity of 2 theoretical digging and loading equipment was 28,481.85 LCM/month, while the productivity of the conveyance in the condition of shedding material at Hopper was 7,973.50 LCM/month and the productivity of the conveyance in shedding conditions in Stock Raw was 20,398.68 LCM/month, then the total production of transportation equipment is 28,372.18 LCM/month. To achieve productivity, a technical study of improvements to the haul road geometry is carried out to estimate the reduction in cycle time. Where the circulation time of the conveyance is the shedding condition at Hopper from 41.97 minutes to 28.48 minutes and the shedding condition in Stock Raw from 37.86 minutes to 24.18 minutes. Then the productivity of the theoretical conveyance for shedding conditions at Hopper is 11,695.33 LCM/month and for shedding conditions in Stock Raw is 31,914.69 LCM/month, so the total is 43,610.02 LCM/month, so that the company's target can be achieved.

Keywords: *Productivity, Production Targets, Efforts to Increase Production.*

Abstrak. PT XYZ adalah perusahaan industri manufaktur yang memiliki tambang berlokasi di kecamatan bojonegara, kabupaten Serang memiliki IUP operasi produksi seluas 30 Ha. Kegiatan dilakukan dengan menggunakan metode tambang terbuka (quarry) dengan target produksi sebesar 33.792 LCM/bulan atau 1.251,56 LCM/hari dengan mengoperasikan 2 alat gali-muat Excavator Komatsu PC-200 kapasitas 0,9 LCM dan 9 alat angkut Hino Ranger FG 235 JJ kapasitas 16 LCM. Beberapa faktor teknis yang dapat mempengaruhi tercapainya target produksi diantaranya efisiensi kerja, waktu edar dan faktor pengisian. Maka perlu dilakukan kajian teknis untuk mencapai target produksi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan produktivitas dari 2 alat gali-muat teoritis sebesar 28.481,85 LCM/bulan, sedangkan produktivitas alat angkut kondisi penumpahan material di Hopper sebesar 7.973,50 LCM/bulan dan produktivitas alat angkut kondisi penumpahan di Stock Raw 20,398.68 LCM/ bulan, maka total produksi alat angkut sebesar 28.372,18 LCM/bulan. Untuk mencapai produktivitas, maka dilakukan kajian teknis perbaikan terhadap geometri jalan angkut untuk mengestimasi pengurangan waktu edar. Dimana waktu edar alat angkut kondisi penumpahan di Hopper dari 41,97 menit menjadi 28,48 menit dan kondisi penumpahan di Stock Raw dari 37,86 menit menjadi 24,18 menit. Maka didapatkan produktivitas alat angkut teoritis untuk kondisi penumpahan di Hopper sebesar 11.695,33 LCM/bulan dan kondisi penumpahan di Stock Raw sebesar 31.914,69 LCM/bulan, maka total sebesar 43.610,02 LCM/bulan, sehingga target perusahaan dapat tercapai.

Kata Kunci: *Produktivitas, Target Produksi, Upaya Peningkatan Produksi*

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Dalam proyek pembangunan telah banyak menggunakan dan memanfaatkan batuan dari pertambangan sebagai bahan baku pembuatan beton, pembuatan jalan, sarana dan prasarana lainnya. PT XYZ adalah salah satu anak perusahaan PT XYZ, sebuah perusahaan konstruksi milik BUMN terkemuka di Indonesia. PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur dalam menghasilkan beton pracetak dan ready mix. Sehingga dengan itu perusahaan memiliki lokasi penambangan (*Quarry*) untuk memenuhi bahan baku sendiri dengan bahan galian berupa tanah dan batuan yang dipergunakan sebagai keperluan dalam pembuatan beton atau proyek infrastruktur.

Perusahaan dalam proses penambangan menggunakan 2 alat gali-muat Excavator Komatsu PC-200 dan 9 alat angkut Hino Ranger FG 235 JJ. Target produksi berdasarkan *Cost of Good Maintenance* sebesar 33.792 LCM/bulan atau 1.251,56 LCM/hari, pada kenyataannya banyaknya kendala yang timbul di lapangan menyebabkan target produksi yang telah ditetapkan belum dapat terpenuhi. Hal ini disebabkan oleh faktor teknis yang tidak diperhitungkan yang menjadi hambatan yang sering terjadi di lapangan. Inilah yang melatarbelakangi penelitian yang dilakukan supaya dapat mengoptimalkan produktivitas alat mekanis berdasarkan pada analisis efisiensi kerja, waktu edar dan faktor pemuatan, sehingga target produksi dapat tercapai.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa tujuan dari penelitian ini diantaranya :

1. Mengetahui apakah produktivitas alat gali muat dan alat angkut saat ini telah memenuhi target produksi serta faktor keserasian kerja (*Match Factor*) pada penambangan batu andesit.
2. Menentukan upaya-upaya perbaikan yang perlu dilakukan apabila target produksi tidak tercapai.
3. Mengetahui peningkatan produktivitas alat gali-muat dan angkut serta faktor keserasian kerja (*Match Factor*) setelah dilakukan perbaikan.

B. Metodologi Penelitian

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan suatu nilai dari aktivitas kerja yang dihasilkan dari perbandingan antara waktu produktif dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja menunjukkan berapa persen dari waktu tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja.

$$E = \frac{We}{We + whd + whtd} \times 100\%$$

Keterangan :

We = Waktu kerja efektif, (menit)

Wt = Waktu yang tersedia, (menit)

Whd = Total waktu hambatan yang dapat dihindari, (menit)

Whtd = Total waktu hambatan yang tidak dapat dihindari, (menit)

Waktu Edar

Waktu edar merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan secara berulang, berawal dari proses gerakan mula suatu alat sampai kembali lagi pada gerakan awal alat tersebut memulai.

$$CTm = ET + STL + DT + STE$$

Keterangan :

CTm = *Cycle Time Loading* (Detik)

ET = Waktu ayunan mengisi muatan (*Excavating Time*) (detik)

DT = Waktu untuk menumpahkan muatan (*Dumping Time*) (detik)

STL = Waktu ayunan bermuatan (*Swing Time Loaded*) (detik)

STE = Waktu ayunan Kosong (*Swing Time Empty*) (detik)

$$CT_a = t_{ma} + t_l + t_a + t_{md} + t_d + t_b$$

Keterangan:

CT_a = Waktu edar (menit)

t_{ma} = Waktu manuver untuk di muat (menit)

t_l = Waktu memuat (menit)

t_a = Waktu mengangkut isi (menit)

t_{md} = Waktu mengatur posisi untuk menumpahkan isi (menit)

t_d = Waktu *dumping* (menit)

t_b = Waktu kembali kosong (menit)

Swell Factor (Faktor Pengembangan)

Material yang mengalami pengembangan perlu diketahui faktor pengembangannya, itu karena volume material di alam diperhitungkan dalam satuan *Bank Cubic Meter* (BCM). Sedangkan material yang telah mengalami perubahan volume akibat dari penggalian dinyatakan dalam *Loose Cubic Meter* (LCM), sehingga untuk mengetahui kapasitas dapat dihitung dengan mengalikan kapasitas munjung dengan faktor.

$$SF = \frac{\rho I}{\rho L} \times 100\%$$

Keterangan:

SF = Faktor Pengembangan (%)

ρI = *Density* insitu (ton/BCM)

ρL = *Density loose* (ton/LCM)

Produktivitas Alat Mekanis

Untuk menghitung produksi alat angkut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{1a} = \frac{E_a \times 60 \times H_{mt} \times FF_m \times SF}{C_a}$$

Keterangan :

P_{1a} = Produktivitas alat angkut (BCM/jam/alat)

E_{an} = Efisiensi kerja mekanis alat angkut (%)

FF_m = Faktor pengisian *bucket* alat muat (%)

H_{mt} = Kapasitas *bucket* alat muat teoritis (LCM)

SF = Faktor pengembangan (%)

n_p = Banyak pemuatan

C_a = *Cycle time* alat angkut (menit)

$$P_a = P_{1a} \times n_a$$

Keterangan :

P_a = Produksi alat angkut (BCM/jam)

P_{1a} = Produktivitas alat angkut (BCM/jam/alat)

n_a = Jumlah alat angkut (Alat)

Untuk menghitung produksi alat gali-muat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

:

$$P_{1m} = \frac{E_a \times 3600 \times H_{mt} \times n_p \times FF_m \times SF}{C_m}$$

- P_{1m} = Produktivitas alat gali-muat (BCM/jam/alat)
- E_m = Efisiensi kerja mekanis alat gali-muat (%)
- FF_m = Faktor pengisian *bucket* alat muat (%)
- H_{mt} = Kapasitas *bucket* alat muat teoritis (LCM)
- SF = Faktor pengembangan (%)
- n_p = Banyak pemuatan
- C_m = *Cycle time* alat angkut (menit)

$$P_m = P_{1m} \times n_m$$

Keterangan :

- P_m = Produksi alat gali-muat (BCM/jam)
- P_{1m} = Produktivitas gali-muat (BCM/jam/alat)
- n_m = Jumlah alat gali-muat(Alat)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Waktu Tersedia

Hasil kegiatan lapangan yang dilaksanakan di kuari PT.XYZ memiliki jadwal kerja harian dari hari Senin sampai hari Sabtu dan hanya terdapat 1 shift dengan total 27 hari kerja perbulan, waktu kerja dimulai pada pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00. Di bawah ini merupakan tabel rincian waktu kerja tersedia setiap harinya.

Tabel 1. Waktu Tersedia PT XYZ

Hari	Jenis Kegiatan	Waktu Kerja	Durasi Kerja (menit)	Waktu Kerja Produktif (jam/hari)	Waktu Kerja produktif (Jam/bulan)	Total Waktu Produktif (Jam/bulan)
Senin – Kamis dan Sabtu	Kerja I	08.00 – 12.00	240	7	161	185
	Istirahat	12.00 – 13.00	60			
	Kerja II	13.00 – 16.00	180			
Jumat	Kerja 1	08.00 – 11.00	180	6	24	
	Istirahat	11.00 – 13.00	120			
	Kerja 2	13.00 – 16.00	180			

Waktu Hambatan dan Efisiensi Kerja

Pada kenyataannya waktu kerja tidak sepenuhnya terpakai selama kegiatan di lapangan terdapat beberapa kondisi yang membuat waktu produktif terbuang, di antaranya adalah waktu hambatan. Berikut ini adalah waktu hambatan dari alat gali-muat dan alat angkut.

Tabel 2. Waktu Hambatan dan Efisiensi Kerja

Keterangan Waktu	Simbol	Hambatan Alat Gali-Muat	Hambatan Alat Angkut (hopper)	Hambatan Alat Angkut (hopper)
		(Jam/bulan)	(Jam/bulan)	(Jam/bulan)
Waktu Kerja Produktif	Wp	185	185	185

Waktu Hambatan Dapat Dihindari	Whd	85,71	53,63	34,19
Waktu Hambatan Tidak Dapat Dihindari	Wtd	15,13	8,65	8,65
Waktu Kerja Efektif	W	84,16	122,72	142,16
Efisiensi Kerja (Alat Gali-Muat)	E	45,50%	66,33%	76,84%

Waktu Edar

Pengamatan waktu edar di lapangan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar siklus pemuatan dan pengangkutan alat mekanis, karena semakin besar waktu edar maka produktivitas semakin kecil begitu juga sebaliknya. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan yang telah dilakukan, besarnya waktu edar untuk alat gali-muat komatsu PC 200 untuk 1 kali pengisian adalah sebesar 16,04 detik. Sedangkan waktu edar untuk alat angkut Hino Ranger FG 235 JJ untuk satu kali aktivitas pengangkutan dari *loading point* sampai ke *hopper* adalah sebesar 41,78 menit dan untuk *loading point* sampai ke *Stock Raw* sebesar 37,84 menit.

Swell Factor (Faktor Pengembangan)

Swell Factor merupakan suatu nilai yang menunjukkan perubahan dari suatu volume. Faktor pengembangan didapatkan dengan mengambil contoh batuan hasil peledakan hal ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai berat jenis *loose* dengan mencatat berat/bobot dari contoh batuan dan volume dari contoh batuan, maka akan didapatkan berat jenis batuan dalam kondisi *loose* sebesar 1,58 gr/cm³. Sedangkan untuk berat jenis batuan dalam kondisi *in situ* atau dalam kondisi *bank material* didapatkan dari hasil pengujian laboratorium oleh perusahaan sebesar 2,5 gr/cm³. Sehingga didapatkan nilai pengembangan sebesar 63,24%.

Tabel 3. Berat Jenis Batuan (*Loose*)

<i>Density Loose</i>			
No.	Berat Loose (gr)	Volume Loose (cm ³)	<i>Density Loose</i> (gr/cm ³)
1	2560	1387,68	1,84
2	2350	1489,38	1,58
3	1200	696,96	1,72
4	1556	1069,20	1,46
5	2269.56	1375,35	1,65
6	1238.34	814,85	1,52
7	1552	1157,98	1,34
8	1357	882,63	1,54
Rata-rata		1295,92	1,58

B. RESUME HASIL PENGUJIAN MATERIAL AGREGAT KASAR					
Jenis Pengujian	Standar Referensi Pengujian		Hasil Uji	Syarat Batas	Status
	Metoda Pengujian	Syarat Keberterimaan			
Analisa Saringan					
- Agregat Kasar 20-37	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 8,25 s/d 8,90 Grafik = In of Limits	-
- Agregat Kasar 5-25	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 6,25 s/d 6,60 Grafik = In of Limits	-
- Agregat Kasar 5-20	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 6,30 s/d 6,90 Grafik = In of Limits	-
- Agregat Kasar 10-20	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 7,25 s/d 7,90 Grafik = In of Limits	-
- Agregat Kasar 10-25	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	8,04 In Of Limits	FM = 7,60 s/d 8,60 Grafik = In of Limits	Memenuhi
- Agregat Kasar 5-10	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 6,10 s/d 6,70 Grafik = In of Limits	-
Berat Jenis SSD	ASTM C 127, SNI 1969:2008	Quality Plan	2,50	Min. 2,4	Memenuhi
Penyerapan	ASTM C 127, SNI 1969:2008	Quality Plan	4,37%	Max. 4%	Tidak Memenuhi
Berat Volume	ASTM C 29, SNI 03 - 4804 - 1996	Quality Plan	1427,42	Min. 1200 kg/m ³	Memenuhi
Kadar Air	ASTM C 966, SNI 1971:2011	-	1,12%	Tidak bersyarat	-
Kadar Lumpur Kering	ASTM C 117, SNI 03 - 4142-1996	ASTM C 33, SNI 8321:2016, Quality Plan	3,00%	Max. 1%	Tidak Memenuhi
- Setelah dicuci	-	-	-	-	-
Abrasi	ASTM C 131, SNI 2417:2006	ASTM C 33, Quality Plan	26,40%	Max. 40%	Memenuhi
Flakiness	BS 812:105.1	Quality Plan	8,39%	Max. 25%	Memenuhi
Clay Lumps	ASTM C 142, SNI 4141:2015	ASTM C 33, Quality Plan	-	Max. 2%	-
Soundness	ASTM C 88, SNI 3407:2006	ASTM C 33, Quality Plan	7,81%	Na ₂ SO ₄ Max. 12%	Memenuhi
Angularity	IS 2386-PART 1-1963	-	-	MgSO ₄ Max. 16%	-
Void Agregat	ASTM C 29/C 29M, SNI 1973:2006	-	39,08%	Tidak bersyarat	-

Sumber: PT XYZ, 2020

Gambar 1. Density Insitu Batu Andesit PT.XYZ

Fill Factor (Faktor Pengisian)

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan didapatkan nilai volume rata-rata aktualnya sebesar 0,75 LCM sedangkan untuk nilai volume teoritis dari mangkuk (*bucket*) aktual sebesar 0,9 BCM, sehingga didapatkan faktor pengisian mangkuk (*bucket*) rata-rata alat gali muat komatsu PC 200 sebesar 83,78 %.

Perhitungan Produktivitas

1. Produktivitas Alat Gali-Muat

Komatsu PC-200 dengan kapasitas bucket sebesar 0,9 LCM Berdasarkan data yang telah didapatkan, maka produktivitas alat sebagai berikut:

Diketahui data yang telah didapatkan ialah sebagai berikut:

Kapasitas Bucket (Hm) = 0,9 LCM

Fill Factor (FF) = 83,78 %

Efisiensi kerja (Em) = 45,49 %

Swell Factor (SF) = 63,24 %

Cycle Time (Cm) = 16,04 detik

Maka produktivitas aktual alat gali-muat dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{im} = \frac{(60 \times Em) \times Hm \times FFm}{Cm}$$

$$P_{im} = \frac{(3600 \text{ jam/menit} \times 45,49\%) \times 0,9 \text{ LCM} \times 83,78\%}{16,04 \text{ detik}}$$

$$= 76,98 \text{ LCM/jam/alat.}$$

Waktu kerja perhari adalah 7 jam Sehingga produksi alat gali-muat adalah :

$$P_m = P_{im} \times nm$$

$$= 76,98 \text{ LCM/jam/alat} \times 2 \text{ unit}$$

$$= 153,96 \text{ LCM/jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$= 1.077,69 \text{ LCM/hari.}$$

$$P_a = 153,96 \text{ LCM/jam} \times 185 \text{ jam/bulan}$$

$$= 28.481,85 \text{ LCM/bulan.}$$

2. Produktivitas Alat Angkut

Terdapat 2 skema penumpahan yaitu di *hopper* dan *stockpile*, yang membedakan adalah

data efisiensi kerja dan waktu edar. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan produktivitas alat angkut sebagai berikut.

3. Produktivitas Alat Angkut Teoritis Skema Penumpahan Material di Hopper (SC-10).

Diketahui data yang telah didapatkan ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas } \textit{Bucket} \text{ (Hm)} &= 0,9 \text{ LCM} \\ \textit{Fill Factor} \text{ (FF)} &= 83,78 \% \\ \text{Efisiensi kerja (Em)} &= 66,33\% \\ \textit{Swell Factor} \text{ (SF)} &= 63,24 \% \\ \textit{Cycle Time} \text{ (Cm)} &= 41,78 \text{ Menit} \\ \text{Jumlah Pengisian (np)} &= 20 \text{ kali} \end{aligned}$$

Maka produktivitas alat angkut Hino Ranger FG 235 JJ dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{ia} &= \frac{(60 \times Em) \times (Hm \times FFm \times np)}{Cm} \\ P_{ia} &= \frac{(60 \text{ jam/menit} \times 66,33\% \times (0,9 \text{ LCM} \times 83,78\% \times 20))}{41,78 \text{ menit}} \\ &= 14,37 \text{ LCM/jam/unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja perhari adalah 7 jam dengan jumlah 3 unit alat angkut, maka produksi alat angkut adalah :

$$\begin{aligned} P_a &= P_{ia} \times n_a \text{ (LCM)} \\ &= 14,37 \text{ LCM/jam/unit} \times 3 \text{ unit} \\ &= 43,10 \text{ LCM/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 301,70 \text{ LCM/hari.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_a &= 43,10 \text{ LCM/jam} \times 185 \text{ jam/bulan} \\ &= 7.973,50 \text{ LCM/ bulan} \end{aligned}$$

4. Produktivitas Alat Angkut Teoritis Skema Penumpahan Material di *Stockpile*

Diketahui data yang telah didapatkan ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas } \textit{Bucket} \text{ (Hm)} &= 0,9 \text{ LCM} \\ \textit{Fill Factor} \text{ (FF)} &= 83,78 \% \\ \text{Efisiensi kerja (Em)} &= 76,84\% \\ \textit{Swell Factor} \text{ (SF)} &= 63,24 \% \\ \textit{Cycle Time} \text{ (Cm)} &= 37,84 \text{ Menit} \\ \text{Jumlah Pengisian (np)} &= 20 \text{ kali} \end{aligned}$$

Sehingga produktivitas alat angkut Hino Ranger FG 235 JJ dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{ia} &= \frac{(60 \times Em) \times (Hm \times FFm \times np)}{Cm} \\ P_{ia} &= \frac{(60 \text{ jam/menit} \times 76,84\% \times (0,9 \text{ LCM} \times 83,78\% \times 20))}{37,84 \text{ menit}} \\ &= 18,38 \text{ LCM/jam/unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja perhari adalah 7 jam dengan jumlah 6 unit alat angkut, maka produksi alat angkut adalah :

$$\begin{aligned} P_a &= P_{ia} \times n_a \text{ (LCM)} \\ &= 18,38 \text{ LCM/jam/alat} \times 6 \text{ unit} \\ &= 110,26 \text{ LCM/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 771,84 \text{ LCM/hari} \end{aligned}$$

$$P_a = 110,26 \text{ LCM/jam} \times 185 \text{ jam/bulan}$$

$$= 20.398,68 \text{ LCM/ bulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis didapatkan total produksi alat gali-muat 28.481,85 LCM/bulan dan alat angkut untuk kondisi penumpahan di *Hopper* dan kondisi penumpahan di *Stock Raw* total sebesar 28.372,18 LCM/bulan dari target produksi penambangan batu andesit sebesar 33.792 LCM/bulan. Maka kemampuan produksi alat angkut saat ini belum mampu untuk mencapai target produksi

Pengaruh Perbaikan Waktu Edar terhadap Produktivitas Alat Angkut

Waktu tempuh merupakan waktu yang digunakan alat angkut selama berada pada jalan angkut, sehingga waktu tempuh erat kaitannya dengan pengaruh geometri jalan angkut, berdasarkan hasil pengamatan jalan angkut dibagi menjadi 56 segmen dengan total panjang 3,17 Km terbentang dari front penambangan sampai pabrik pengolahan dengan beberapa kondisi jalan yang meliputi jalan beton dengan kondisi yang baik dan jalan tanah batuan dengan kondisi kurang baik. Hasil pengamatan lebar jalan angkut saat ini, sebagian besar lebar jalan angkut belum memenuhi standar AASHTO, sehingga segmen jalan tersebut dapat menimbulkan hambatan alat angkut saat berpapasan dan memperbesar waktu edar. Untuk itu jika dilakukan perbaikan terhadap lebar jalan angkut, maka diharapkan dapat mengurangi ataupun menghilangkan hambatan yang terjadi, sehingga alat angkut dapat menambah kecepatannya dan mengurangi waktu edarnya.

Tabel 4. Kecepatan, Efisiensi mesin dan *Rimpull* setiap Gigi Alat angkut

Gigi	Kecepatan (Km/h)	Kecepatan (mph)	Efisiensi mesin	HP	Rimpul (lb)
1	7,19	4,47	0,85	235	16.766
2	11,09	6,89	0,85	235	10.870
3	19,18	11,92	0,85	235	6.284
4	31,81	19,77	0,85	235	3.789
5	52,52	32,64	0,85	235	2.295
6	66,74	41,47	0,85	235	1.806
Mundur	6,70	4,16	0,85	235	17.991

Contoh perhitungan pada kondisi bermuatan angkut segmen J-K

Jarak = 129,38 ft (aktual)

Kemiringan = 21,04 % (aktual)

Kecepatan yang dipakai = 6,89 mph

Waktu yang dibutuhkan = $\frac{129,38 \text{ ft}}{6,89 \text{ (mph)} \times 88} = 0,21 \text{ menit.}$

Berdasarkan contoh perhitungan di atas didapatkan total waktu hauling kondisi bermuatan sebesar 7,68 menit dan waktu hauling tidak bermuatan sebesar 5,61 menit. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan untuk akselerasi dan ganti gigi adalah 2,01 menit.

Tabel 5. Rekapitulasi *Cycle Time* Alat Angkut Kondisi Penumpahan di *Hopper*

Keterangan	Simbol	Aktual	Perubahan	Satuan
Waktu Manuver kosong	td	0.85	0,85	menit
<i>Loading Time</i>	tl	6.68	6,68	menit
Waktu Angkut muatan	t.am	15.98	7,68	menit
Waktu Manuver isi	td	0.45	0,44	menit
Waktu <i>dumping</i>	td	5.27	5,21	menit
Waktu Angkut Kosong	t.ak	12.74	5,61	menit
Akselerasi dan Ganti gigi	-	-	2,01	menit
<i>Cycle Time</i>	Ca	41.97	28,48	menit

Tabel 6. Rekapitulasi *Cycle Time* Alat Angkut Kondisi Penumpahan di *Stock Raw*

Keterangan	Simbol	Aktual	Perubahan	Satuan
Waktu Manuver kosong	td	0.71	0,71	menit
<i>Loading Time</i>	tl	6.65	6,65	menit
Waktu Angkut muatan	t.am	15.92	7,68	menit
Waktu Manuver isi	td	0.76	0,76	menit
Waktu <i>dumping</i>	td	0.75	0,76	menit
Waktu Angkut Kosong	t.ak	13.07	5,61	menit
Akselerasi dan Ganti gigi	-	-	2,01	menit
<i>Cycle Time</i>	Ca	37.86	24,18	menit

Tabel 7. Total Produktivitas Alat Angkut Teoritis Kondisi Penumpahan di *Hopper* dan *Stock Raw* Setelah Estimasi Waktu Edar

Total Produktivitas Alat Angkut				
Produktivitas Alat Angkut	Unit	Sebelum	Estimasi waktu edar	Keterangan
(<i>Hopper/SC-10</i>)	3	7.973,50	11.695,33	Bulan (LCM/bulan)
(<i>Stock Raw</i>)	6	20.398,68	31.914,69	Bulan (LCM/bulan)
Total	9	28.372,18	43.610,02	Bulan (LCM/bulan)

Perubahan Keserasian Kerja

Perubahan waktu edar akan mengubah keserasian kerja antara alat muat dengan alat angkut, penggunaan alat gali-muat berjumlah 2 unit dan 3 unit alat angkut kondisi penumpahan di *Hopper* dan 6 unit alat angkut kondisi penumpahan di *Stock Raw*, dengan perubahan dari hasil perbaikan waktu edar didapatkan 28,48 menit pada kondisi penumpahan di *Hopper* dan 24,18 menit. Hasil perhitungan faktor keserasian yang semula 0,61 menunjukkan kondisi terdapat waktu tunggu alat gali-muat. Setelah perbaikan lebar jalan angkut dan estimasi pengurangan waktu edar, faktor keserasian kerja alat muat dan alat angkut mengalami kenaikan menjadi 0,91 atau < 1 yang menunjukkan kondisi alat gali-muat bekerja kurang dari 100%.

D. Kesimpulan

1. Target produksi perusahaan sebesar 33.792 LCM/bulan, berdasarkan hasil perhitungan teoritis kemampuan produksi saat ini 2 alat gali-muat sebesar 28.481,85 LCM/bulan, sedangkan produktivitas alat angkut kondisi penumpahan material di *Hopper* sebesar 7.973,50 LCM/ bulan dan produktivitas alat angkut kondisi penumpahan di *Stock Raw* 20.398,68 LCM/ bulan, maka total produksi alat angkut sebesar 28.372,18 LCM/bulan dengan keserasian kerja sebesar 0,61.
2. Waktu edar alat angkut aktual untuk kondisi penumpahan di *Hopper* sebesar 41,78 menit dan *Stock Raw* sebesar 37,84 menit, setelah perbaikan geometri jalan dan penambahan kecepatan, diestimasi waktu edar alat angkut untuk kondisi penumpahan di *Hopper* sebesar 28,48 menit dan *Stock Raw* sebesar 24,18 menit.
3. Peningkatan kemampuan produksi setelah perbaikan lebar jalan angkut dan estimasi waktu edar, maka didapatkan produktivitas teoritis alat angkut untuk kondisi penumpahan di *Hopper* sebesar 11.695,33 LCM/bulan dan kondisi penumpahan di *Stock Raw* sebesar 31.914,69 LCM/bulan, maka total sebesar 43.610,02 LCM/bulan dengan keserasian kerja sebesar 0,91.

Daftar Pustaka

- [1] Dwiyanto, Eko, Sumbogo, 2009, "Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis" , Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNDIP, Semarang.
- [2] Hustrulid, W. And Kuchta M, 2013, "Open Pit Mine Planning & Design Volume 3", A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- [3] Indonesianto, Yanto, 2014, "Pemindahan Tanah Mekanis". Program Studi Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta.
- [4] Muhahir, Afdal, Zaenal, 2018, Kajian Teknis dan Ekonomis dalam Merencanakan Penggantian Alat Muat dan Alat Angkut Pada Penambangan Quarry Batu Gamping PT Semen Padang Di Kelurahan Batu Gadang Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang Provinsi Sumatera Barat, Universitas Islam Bandung. Bandung.
- [5] Nabar, Darmansyah, 1998, "Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat". Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [6] Nabella, Merlin, Zaenal, Yuliadi, 2016, "Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan *Fuel Ratio* Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit di PT Gunung Sampurna Makmur Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Jawa Barat", Prosiding Spesia Teknik Pertambangan (Februari, 2016). ISSN : 2460-6499. P 237-244. Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [7] Nurhakim, 2004, "Draft Bahan Kuliah Tambang Terbuka". Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- [8] Prodjosumarto, Partanto, 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Bandung: Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [9] Rochmanhadi, 1992, "Alat-alat berat dan penggunaannya", Jakarta: Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- [10] Sudradjat, Adjat, 1999, "Teknologi & Manajemen Sumber daya Mineral", Bandung: Penerbit Institut Teknologi Bandung.

- [11] Saputra, Megap Permana Alam, Zaenal, Solihin, 2018, “Evaluasi Jalan Angkut Untuk Meningkatkan Produktivitas di PT. Semen Padang, Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat”, Universitas Islam Bandung. Bandung.
- [12] Sudjana, 2000, “Metode Statistika”, Edisi ke - 6. Penerbit Tarsito, Bandung.
- [13] Suwandhi, Awang, (2004), “Perencanaan Jalan Tambang, Diktat Perencanaan Tambang Terbuka”, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [14] Tenriajeng, Andi, 2003, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- [15] Wedhanto, Sonny, 2009, ”Alat Berat Dan Pemindahan Tanah Mekanis”. Universitas Negeri Malang, Malang.