

The Planning of Supply Requirements for Heavy Equipments and Costs Coal Mine to Reach The Production Target at Langkok Pit 1 Site PTBA UPO (Persero) Tbk, West Sumatra On 2017.

Nuzul Sandria Sasra^{1*}, and Murad MS^{1**}

¹Mining Engineering, Padang State of University

*nuzulsandriasasra@rocketmail.com

**muradms@ft.unp.ac.id

Abstract. PT Bukit Asam (Persero) Tbk is a state-owned company engaged in the sector of a single market (captive market) which has 2 mining units, including the Ombilin Mining Unit (UPO) located in Ombilin, Sawahlunto, West Sumatra. Based on data from exploration of coal deposits carried out by PTBA UPO, one of the areas considered feasible to open is the Langkok Pit 1 UPO Site. Therefore, it is necessary to open a new mine so that the production target is reached. However, there is currently no planning for the needs of heavy equipment at the Langkok Pit 1 site. The purpose of this study is to determine the type and number of main tools and the costs needed. The research method used is the Applied Research method. In data analysis the calculation of the cycle time of mechanical devices is used to get the work productivity of the tool and the target of achieving hourly production of these mechanical devices and also as data in achieving the target mining plan per year. Mining activities used a combination of mining equipment, namely 1 Hitachi ZX330 excavator unit and 8 CWA 260MX UD dump truck units. The total rent that will be incurred per month in the needs of the equipment in August 2017 is Rp. 612.762.500,00 / month, in September is Rp. 637.273.000,00 / month, while in October it was Rp.588.252.000,00 / month, in November it was Rp. 637.273.000,00 / month, and December is Rp. 588.252.000,00 / month. So the total rental fee issued from August to December is Rp. 3.063.812.500,00.

Keywords : Mining, Coal, Heavy Equipment, Costs, Production Targets..

1. Pendahuluan

PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang perbatubaraan dengan pasar tunggal (*captive market*). Dalam usaha pertambangannya PT Bukit Asam (persero) Tbk memiliki 2 unit pertambangan yaitu Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) yang berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Propinsi Sumatera Selatan dan Unit Pertambangan Ombilin (UPO) yang berlokasi di Ombilin, Sawahlunto, Sumatera Barat. Untuk dapat memenuhi target produksi yang telah ditentukan maka perlu adanya pembukaan tambang baru pada daerah yang memiliki endapan batubara yang cukup ekonomis. Berdasarkan data hasil eksplorasi endapan batubara yang telah dilakukan oleh PTBA UPO, salah satu daerah yang dianggap layak untuk dibuka adalah Site Langkok Pit 1 UPO. Site Langkok adalah diantara daerah yang memiliki cadangan batubara yang tersebar pada wilayah penambangan ombilin I.

Diantara kajian yang sangat perlu diperhatikan dalam proses pembukaan tambang batubara adalah kajian tentang perencanaan tambang. Masalah perencanaan

tambang merupakan masalah yang kompleks karena merupakan problem geometrik tiga dimensi yang selalu berubah dengan waktu. Geometri tambang bukan satu-satunya parameter yang berubah dengan waktu. Parameter-parameter ekonomi juga berubah terhadap fungsi waktu. Perubahan parameter tersebut membutuhkan pengontrolan yang sesuai pertahapannya agar tetap bisa mencapai target produksi yang diinginkan. Oleh karena itu diperlukannya pengkajian pertahapan penambangan agar semua aktivitas teknis dan ekonomis dapat berjalan dengan baik.

Pengkajian tahapan penambangan merupakan salah satu bagian penting dalam perencanaan suatu pekerjaan tambang, karena menyangkut aspek teknis dan ekonomis suatu proyek penambangan. Aspek teknis meliputi rancangan teknis geometri tambang, perencanaan metoda penambangan, kebutuhan alat utama dan pendukung, sedangkan aspek ekonomis meliputi biaya produksi dan operasi. Untuk dapat memenuhi target produksi yang telah ditentukan maka perlu adanya pembukaan tambang baru pada daerah yang memiliki endapan batubara yang cukup ekonomis.

Berdasarkan data hasil eksplorasi endapan batubara yang telah dilakukan oleh PTBA UPO, salah satu daerah yang dianggap layak untuk dibuka adalah Site Langkok Pit 1 UPO. Site Langkok adalah diantara daerah yang memiliki cadangan batubara yang tersebar pada wilayah penambangan ombilin I.

Luas daerah potensial di Site Langkok adalah sekitar 15 Ha dan target produksi yang direncanakan untuk daerah Pit 1 Langkok ini adalah sebesar 18.708 ton batubara bersih setiap bulannya. Kegiatan penambangan diperkirakan akan berlangsung selama 3 tahun. Pada daerah tersebut terdapat cadangan batubara yang layak ditambang secara tambang terbuka sebesar 673.500 ton dengan volume tanah penutup yang harus dikupas adalah sebesar 5.698.846 BCM, *stripping ratio* 1:11.

Agar target produksi dapat terpenuhi, maka perlu adanya perencanaan tambang yang sesuai dengan kondisi topografi, geologi, dan karakteristik tanah penutup dan kekerasan batubara yang terdapat di lokasi penambangan. Perencanaan penambangan ini meliputi persiapan penambangan, pengupasan tanah penutup, penambangan batubara, pengangkutan batu bara dan tanah penutup.

Sesuai dengan kondisi endapan batubara yang terdapat di lokasi site langkok pit 1 maka perlu perencanaan kebutuhan alat dan biaya tambang batubara yang sesuai. Namun saat ini perencanaan untuk kebutuhan alat berat di site langkok pit 1 belum ada. Oleh karena itu, akan dilakukan kegiatan perencanaan penambangan di site langkok pit 1. Pemilihan alat berat yang sesuai sangat dibutuhkan dalam kegiatan penambangan. Peralatan dianggap memiliki kapasitas tinggi bila peralatan tersebut menghasilkan produksi yang tinggi tetapi dengan biaya yang rendah. Penentuan jumlah dan jenis peralatan utama dan perhitungan biaya sewa peralatan utama seperti *dump truck* dan *excavator* merupakan hal yang sulit untuk dilakukan karena pola permintaan batubara yang berubah-ubah.

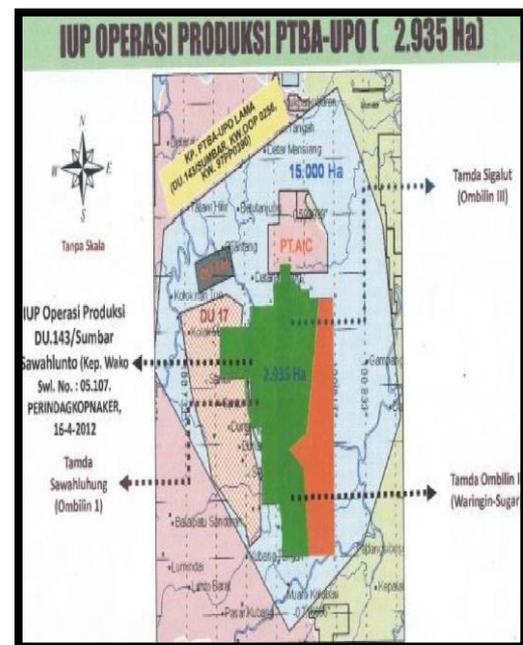
2. Lokasi Penelitian

Lokasi PT Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin terletak pada Koordinat $100^{\circ}44'$ – $100^{\circ}50'$ Bujur timur dan $0^{\circ}35'$ – $0^{\circ}43'$ Lintang Selatan. Tambang ini berada di Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat yang berjarak 90 km dari Kota Padang melalui jalan raya Indarung. Peta lokasi PTBA UPO dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi PT Bukit Asam UPO

Sedangkan untuk peta IUP produksi PTBA UPO dapat dilihat pada gambar berikut:



Sumber: PTBA

Gambar 2. Peta IUP Produksi PT Bukit Asam UPO

3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian terapan (*Applied Research*). Penelitian terapan adalah penyelidikan yang hati-hati, sistematis dan terus menerus terhadap suatu masalah dengan tujuan untuk digunakan dengan segera untuk keperluan tertentu.

Hasil penelitian terapan tidak perlu sebagai satu penemuan baru dari penelitian yang telah ada. Peneliti yang mengerjakan penelitian dasar atau murni tidak mengharapkan hasil penelitiannya secara praktika. Peneliti-peneliti terapanlah yang akan memerinci penemuan penelitian dasar untuk keperluan praktis dalam bidang-bidang tertentu^[1].

3.2 Data dan Teknik Pengumpulannya

Adapun data dan teknik pengumpulannya yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

3.2.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini adalah pengukuran jalan dari *stockpile* ke tempat pembuangan OB.

3.2.2 Data Sekunder

Data-data tersebut meliputi:

1. Rencana target produksi
2. Spesifikasi alat berat
3. *Cycle time* alat berat
4. Biaya alat berat yang digunakan
5. Jam kerja alat berat
6. Peta situasi langkok
7. Peta stratigrafi
8. Peta geologi

3.3 Teknik Pengolahan Data

Analisis data yang dilakukan adalah penulis melakukan penghitungan terhadap *cycle time* alat mekanis yaitu *cycle time Dump Truck* UD CWA260X, dan *Excavator Hitachi ZX330* guna mendapatkan produktivitas kerja alat dan target pencapaian produksi perjam dari alat mekanis tersebut dan juga sebagai data dalam pencapaian target rencana penambangan pertahunnya. Dengan adanya data, maka diperlukan teknik pengolahannya, teknik pengolahan data sebagai berikut:

3.3.1 Produksi Excavator

Merupakan kemampuan gali back hoe dalam satu satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam m³ per jam^[2].

Rumus yang digunakan adalah:

$$Produksi = \frac{E \times I \times H}{Ct} \times 60menit \tag{1}$$

3.3.2 Produksi Dumptruck

Merupakan kemampuan alat untuk mengangkut material ke suatu area pembuangan dalam satu satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam m³ per jam.

Rumus yang digunakan adalah:

$$Produksi = \frac{E \times I \times H}{Ct} \times 60menit \tag{2}$$

3.3.3 Perhitungan Kebutuhan Peralatan

Adapun perhitungan kebutuhan peralatan didasarkan atas target produksi per jam dan produktivitas alat^{[3][4]}. Rumus perhitungan untuk mengetahui kebutuhan alat:

$$\frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produktivitas}} \tag{3}$$

3.3.4 Biaya alat operasional per jam

Rumus biaya sewa penambangan adalah:

$$\text{Biaya} = C \times W \times Na^{[5]} \tag{4}$$

Keterangan:

- C = biaya sewa alat perjam (Rp)
- W = jam kerja alat (jam)
- Na = jumlah alat (unit)

3.3.5 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis maka nantinya akan didapatkan hasil yang menjadi kesimpulan penelitian yang dilakukan.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Produktivitas alat berat

4.1.1 Excavator Back Hoe Hitachi ZX330

Tabel 1. Perhitungan Produksi Alat Berat *Excavator Hitachi ZX330*

Machine model	Symbol	Nilai
Excavator Hitachi ZX330		
Real Bucket Capacity (m ³)	Vr	3,146
Effisiensi kerja alat	E	0,83
Sweel Factor	I	0,80
Cycle Time (minutes)	Ct	0,55
Hour (Minutes)		60
Material Density (ton/m ³)		1,45

$$Produksi = \frac{E \times I \times H}{Ct} \times 60menit$$

Keterangan:

- E = efisiensi kerja Exa 330
- I = sweel factor
- H = kapasitas bucket
- CT = cycle time alat muat

$$Q = \frac{0.83 \times 0.80 \times 3.146}{0.55} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 227,9 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 227,9 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$= 330,5 \text{ ton/jam}$$

Jadi Produktifitas Excavator Hitachi ZX330 adalah 330,5 ton/jam.

4.1.2 Produksi Dump Truck UD CWA260X

Tabel 2. Perhitungan Produksi Dumptruck

Machine model	Simbol	Nilai
Dump Truck UD CWA260X		
Production per Trip (lcm)	H	12,584
Loading amount	N	4
Jarak Hauling alternatif (m)	D	4200
Kecepatan Hauling (m/min)	V1	500
Kecepatan Kembali (m/min)	V2	833,33
Manuver Time loading (m)	t1	0,354
Cycle Time (muat) (min)	Cms	0,55
Haluing (min)		7,34
Manuver Time dumping (m)	t2	0,81
Hauling (min)		4,4
Dumping Time (m)	t3	1,26
Perencanaan Cycle Time (min)	CT	16.4
Sweel factor	I	0,80
Job Efficiency	E	0,83

$$= 30,6 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 30,6 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$= 44,4 \text{ ton/jam}$$

Jadi Produktifitas UD CWA260X adalah 44,4 ton/jam

Tabel 3. Produktifitas Alat Berat

Alat	Produktifitas alat
a. Alat Muat EXA 330	330,5 ton/jam
b. Alat Angkut DT	44,4 ton/jam

4.2 Perhitungan Kebutuhan Alat

Adapun perhitungan kebutuhan peralatan didasarkan atas target produksi per jam dan produktivitas alat.

Peningkatan kebutuhan alat dan target produksi terjadi pada bulan Desember dikarenakan curah hujan pada bulan November-Desember cukup rendah.

Tabel. 4 Perencanaan Kebutuhan Peralatan

Peralatan Tambang	Target	Kebutuhan/bulan				
		Agu (25hr)	Sep (26hr)	Okt (24hr)	Nov (26hr)	Des (24hr)
	Produksi/jam	47.170 ton/bln	35.377 ton/bln	47.170 ton/bln	35.377 ton/bln	70.755 ton/bln
	Produktifitas	286,75 ton/jam	206,79 ton/jam	298,7 ton/jam	206,79 ton/jam	448,04 ton/jam
	Alat Berat/jam					
a. Alat Muat EXA 330	330,5 ton/jam	1	1	1	1	1
c. Alat Angkut DT	44,4 ton/jam	7	5	7	5	10

4.3 Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat

Adapun keserasian kerja alat gali muat, alat angkut dan besarnya nilai match factor dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$MF = \frac{Na \times n \times Ctm}{Nm \times Cta} \tag{5}$$

Keterangan:

- MF = match factor
- Na = jumlah alat angkut (unit)
- n = jumlah pengisian ke bak dump truck
- Ctm = cycle time alat gali muat (menit)
- Nm = jumlah alat gali muat (unit)
- Cta = cycle time alat angkut (unit)

a. Bulan Agustus 2017

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

$$I = \frac{Na \times 4 \times 0.55}{1 \text{ unit} \times 16.4 \text{ menit}}$$

$$Na = 7,45 \approx \text{unit}$$

Agar tidak terjadinya waktu tunggu dibutuhkan alat angkut 8 unit.

b. Bulan September 2017

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

$$I = \frac{Nm \times Cta}{Na \times 4 \times 0.55}$$

$$I = \frac{1 \text{ unit} \times 16.4 \text{ menit}}{Na \times 2.2}$$

$$Na = 7,45 \approx 8 \text{ unit}$$

Agar tidak terjadinya waktu tunggu dibutuhkan alat angkut 8 unit.

c. Bulan Oktober 2017

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

$$I = \frac{Nm \times Cta}{Na \times 4 \times 0.55}$$

$$I = \frac{1 \text{ unit} \times 16.4 \text{ menit}}{Na \times 2.2}$$

$$Na = 7,45 \approx 8 \text{ unit}$$

Agar tidak terjadinya waktu tunggu dibutuhkan alat angkut 8 unit .

d. Bulan Nobeember 2017

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

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

$$I = \frac{Na \times 4 \times 0.55}{1 \text{ unit} \times 16.4 \text{ menit}}$$

$$Na = 7,45 \approx 8 \text{ unit}$$

Agar tidak terjadinya waktu tunggu dibutuhkan alat angkut 8 unit.

e. Bulan Desember 2017

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

$$MF = \frac{Na \times n \times Ctm}{Na \times n \times Ctm}$$

$$I = \frac{Na \times 4 \times 0.55}{1 \text{ unit} \times 16.4 \text{ menit}}$$

$$Na = 7,45 \approx 8 \text{ unit}$$

Agar tidak terjadinya waktu tunggu dibutuhkan alat angkut 8 unit.

Tabel 5. Keserasian Alat Berat

Faktor Penilaian	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Nilai MF Alat Berat	1	1	1	1	1
Waktu Tunggu Alat Gali Muat	0	0	0	0	0
Waktu Tunggu Alat Angkut	0	0	0	0	0

4.3 Total Biaya Operasional Per Jam

Tabel 6. Biaya Operasional Alat Produksi

No	Jenis Alat	Biaya / unit.jam
1	Exa Hitachi ZX330	Rp. 725.000,00
2	DT UD CWA 260 X	Rp. 375.000,00

Pada tabel di atas dapat dihitung biaya alat yang dibutuhkan untuk perencanaan produksi pada bulan Agustus-Desember 2017 dengan rumus nomor 4.

1. Bulan Agustus 2017

a. Biaya Operasional *Dump Truck UD CWA260X*

$$Biaya_{DT} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 375.000,00/\text{unit. Jam} \times 8 \text{ unit}$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 3.000.000,00/\text{jam}$$

b. Biaya Operasional *Excavator Hitachi ZX330*

$$Biaya_{EXA} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{unit.jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{jam}$$

c. Total Biaya Operasional Alat Bulan Maret 2017

$$\text{Total} = Biaya_{DT} + Biaya_{EXA}$$

$$\text{Total} = Rp. 3.000.000,00/\text{jam} + Rp. 725.000,00/\text{jam}$$

Total biaya per jam = Rp. 3.725.000,00/ jam

Total biaya per bulan = Total biaya per jam x jam kerja setiap bulan

Total biaya bulan Agustus = Rp. 3.725.000,00/ jam x 164,5 jam = Rp. 612.762.500,00

Jadi total biaya operasional alat yang terdiri dari 7 unit *UD CWA260X* ditambah dengan 1 unit *Hitachi ZX330* adalah Rp. 612.762.000,00/ jam.

2. Bulan September 2017

a. Biaya Operasional *Dump Truck UD CWA260X*

$$Biaya_{DT} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 375.000,00/\text{unit. Jam} \times 8 \text{ unit}$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 3.000.000,00/\text{jam}$$

b. Biaya Operasional *Excavator Hitachi ZX330*

$$Biaya_{EXA} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{unit.jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{jam}$$

c. Total Biaya Operasional Alat Bulan April 2017

$$\text{Total} = Biaya_{DT} + Biaya_{EXA}$$

$$\text{Total} = Rp. 3.000.000,00/\text{jam} + Rp. 725.000,00/\text{jam}$$

Total biaya per jam = Rp. 3.725.000,00/ jam

Total biaya per bulan = Total biaya per jam x jam kerja setiap bulan

Total biaya bulan September = Rp. 3.725.000,00/ jam x 171,08 jam = Rp. 637.273.000,00

Jadi total biaya operasional alat yang terdiri dari 7 unit *UD CWA260X* ditambah dengan 1 unit *Hitachi ZX330* adalah Rp. 637.273.000,00/ jam.

3. Bulan Oktober 2017

a. Biaya Operasional *Dump Truck UD CWA260X*

$$Biaya_{DT} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 375.000,00/\text{unit. Jam} \times 8 \text{ unit}$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 3.000.000,00/\text{jam}$$

b. Biaya Operasional *Excavator Hitachi ZX330*

$$Biaya_{EXA} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{unit.jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{jam}$$

c. Total Biaya Operasional Alat Bulan Maret 2017

$$\text{Total} = Biaya_{DT} + Biaya_{EXA}$$

$$\text{Total} = Rp. 3.000.000,00/\text{jam} + Rp. 725.000,00/\text{jam}$$

Total biaya per jam = Rp. 3.725.000,00/ jam

Total biaya per bulan = Total biaya per jam x jam kerja setiap bulan

Total biaya bulan Oktober = Rp. 3.725.000,00/ jam x 157,92 = Rp. 588.252.000,00

Jadi total biaya operasional alat yang terdiri dari 7 unit *UD CWA260X* ditambah dengan 1 unit *Hitachi ZX330* adalah Rp. 588.252.000,00/ jam.

4. Bulan November 2017

a. Biaya Operasional *Dump Truck UD CWA260X*

$$Biaya_{DT} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 375.000,00/\text{unit. Jam} \times 8 \text{ unit}$$

$$Biaya_{DT} = Rp. 3.000.000,00/\text{jam}$$

b. Biaya Operasional *Excavator Hitachi ZX330*

$$Biaya_{EXA} = C \times W \times Na$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{unit.jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/\text{jam}$$

- c. Total Biaya Operasional Alat Bulan April 2017
 Total = Biaya_{DT} + Biaya_{EXA}
 Total = Rp. 3.000.000,00/jam + Rp. 725.000,00/ jam
 Total biaya per jam = Rp. 3.725.000,00/ jam
 Total biaya per bulan = Total biaya per jam x jam kerja setiap bulan
 Total biaya bulan November = Rp. 3.725.000,00/ jam x 171,08 jam = Rp. 637.273.000,00
 Jadi total biaya operasional alat yang terdiri dari 7 unit UD CWA260X ditambah dengan 1 unit Hitachi ZX330 adalah Rp. 637.273.000,00/ jam.
5. Bulan Desember 2017
- a. Biaya Operasional *Dump Truck UD CWA260X*
 Biaya_{DT} = C x W x Na
 Biaya_{DT} = Rp. 375.000,00/unit. Jam x 8 unit
 Biaya_{DT} = Rp. 3.000.000,00/ jam
- b. Biaya Operasional *Excavator Hitachi ZX330*
 Biaya_{EXA} = C x W x Na
 Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/unit.jam x 1unit
 Biaya_{EXA} = Rp. 725.000,00/ jam
- c. Total Biaya Operasional Alat Bulan Desember 2017
 Total = Biaya_{DT} + Biaya_{EXA}
 Total = Rp. 3.000.000,00/jam + Rp.725.000,00/ jam
 Total biaya per jam = Rp. 3.725.000,00/ jam
 Total biaya per bulan = Total biaya per jam x jam kerja setiap bulan
 Total biaya bulan Desember = Rp. 3.725.000,00/ jam x 157,92 jam = Rp. 588.252.000,00
 Jadi total biaya operasional alat yang terdiri dari 7 unit UD CWA260X ditambah dengan 1 unit Hitachi ZX330 adalah Rp. 588.252.000,00/ jam.

Tabel 7. Total Biaya Alat Produksi

Biaya Operasional Alat/ jam	Agustus	September	Oktober	November	Desember
<i>Dump Truck UD CWA260X</i>	Rp.3.000.000,00	Rp. 3.000.000,00	Rp. 3.000.000,00	Rp. 3.000.000,00	Rp. 3.000.000,00
<i>Excavator Hitachi ZX330</i>	Rp.725.000,00	Rp. 725.000,00	Rp. 725.000,00	Rp. 725.000,00	Rp. 725.000,00
Total Biaya per jam	Rp. 3.725.000,00	Rp.3.725.000,00	Rp. 3.725.000,00	Rp. 3.725.000,00	Rp. 3.725.000,00
Total biaya per bulan	Rp. 612.762.500,00	Rp. 637.273.000,00	Rp. 588.252.000,00	Rp. 637.273.000,00	Rp.588.252.000,00

4.5 Hasil Penelitian

Tabel 8. Hasil Penelitian

Faktor Pembeli		Bulan (jumlah hari kerja)				
		Agustus (25hr)	September (26hr)	Oktober (24hr)	November (26hr)	Desember (24hr)
1.Peralatan Penambangan	a. Alat Muat C= 300ton/jam	1	1	1	1	1
	b. Alat Angkut C= 44.4ton/jam	8	8	8	8	8
2.Faktor Keserasian Alat Berat	a. Nilai MF Alat Berat	1	1	1	1	1
	b. Waktu Tunggu Alat Gali Muat	0	0	0	0	0
	c. Waktu Tunggu Alat Angkut	0	0	0	0	0
3. Total Biaya Operasional per jam		Rp. 3.725.000,00	Rp. 3.725.000,00	Rp. 3.725.000,00	Rp. 3.725.000,00	Rp. 3.725.000,00
4. Total Biaya Operasional per Bulan		Rp. 612.762.500,00	Rp. 637.273.000,00	Rp. 588.252.000,00	Rp. 637.273.000,00	Rp.588.252.000,00

4.5 Pembahasan

Kebutuhan alat produksi ditujukan untuk memenuhi kebutuhan material yang dibutuhkan oleh perusahaan. Kebutuhan alat tersebut memiliki peran penting dalam penambangan karena tanpa adanya alat produksi material tersebut tidak dapat diolah dengan baik^{[6][7]}.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, kajian teknis mengenai optimalisasi kebutuhan alat produksi dikhususkan untuk merencanakan alat yang dibutuhkan serta biaya yang akan dikeluarkan alat tersebut dalam satu jam di daerah penambangan Site Langkok Pit 1 di PTBA UPO (Persero) Tbk. Adapun perhitungan optimalisasi kebutuhan alat yang dilakukan meliputi produktifitas alat berat, faktor keserasian alat, lamanya waktu tunggu alat, serta berapa biaya perjam yang di keluarkan alat setiap bulannya. Adapun alat yang akan di pakai adalah *Excavator Hitachi ZX330* dan *Dump Truck UD CWA260X*^{[8][9][10]}.

Stripping ratio yang direncanakan pada site Langkok Pit 1 adalah 1:11 dengan target produksi batubara sebesar 18.708 ton/bulan. Untuk memenuhi target produksi sebesar 18.708 ton/bulan (*clean coal*) dengan faktor kehilangan batubara pada saat penggalian, pemuatan, pengangkutan sedangkan tanah penutup yang harus yang dikupas adalah 158.301 m³/bulan.

Peralatan yang akan digunakan dalam aktivitas penambangan batubara dan pengupasan tanah penutup di site Langkok Pit 1 ini berdasarkan peralatan yang tersedia di jasa kantraktor yang akan disewa. Hal ini bertujuan untuk memberikan sistem penambangan yang efektif dan efisien. Adapun alat mekanis yang digunakan dalam rencana penambangan batubara di site Langkok Pit 1 adalah :

- a. Untuk pembersihan tempat kerja dari pohon-pohonan dan material pengganggu lainnya direncanakan menggunakan *Bulldozer D 7 G*.

- b. Pekerjaan pengupasan dan pemuatan lapisan tanah penutup direncanakan menggunakan alat *Excavator Hitachi ZX330*
- c. Pengangkutan tanah penutup (overburden) direncanakan menggunakan *CWA Dump Truck UD CWA260X*.
- d. Pekerjaan penggalian batubara serta pemuatannya direncanakan menggunakan *Excavator Hitachi ZX330*.
- e. Pengangkutan batubara ke tempat penimbunan direncanakan menggunakan *CWA Dump Truck UD CWA260X*.
Adapun tahapan kegiatan dalam rencana penambangan di site Langkok Pit 1 adalah sebagai berikut^{[11][12]}:

a. Persiapan Penambangan

Pekerjaan-pekerjaan persiapan untuk penambangan batubara dalam rencana ini meliputi Pembersihan areal penambangan (*Land Clearing*). *Land Clearing* merupakan bagaian dari pekerjaan pengupasan lapisan tanah penutup. Pekerjaan ini meliputi pekerjaan pembersihan tempat kerja dari pepohonan dan semak belukar. Pembersihan areal penambangan ini dilakukan oleh bulldozer D 7 G . Lahan yang akan dibersihkan mencakup areal 4,28 hektar untuk blok yang akan ditambang. Pembabatan ini dilakukan dengan cara mendorong pepohonan, semak belukar dan material lain ke luar daerah yang akan ditambang. Kemudian pembuatan Jalan Angkut. Pembuatan jalan angkut merupakan salah satu hal yang penting dalam perencanaan tambang, sebab jalan tersebut nantinya akan digunakan untuk mengangkut tanah penutup ke tempat penimbunan dan mengangkut batubara ke stockpile ataupun sebagai media untuk jalan masuk ke lokasi tambang. Jalan angkut menuju ke stock pile sudah ada jalan yang lama, hanya perlu diperkeras kembali. Perbaikan jalan ini dilakukan dengan menggunakan satu unit grader dan compactor yang waktu kerjanya (diasumsikan berdasar pengalaman kerja di lapangan) selama tujuh hari.

b. Pengupasan Tanah Penutup

Pengupasan tanah penutup adalah pekerjaan lanjutan setelah tahap pembersihan areal penambangan. Pengupasan tanah penutup ini direncanakan menggunakan bulldozer D 7 G sebagai alat garu dan *Excavator Hitachi ZX330* sebagai alat gali muat. Untuk mencegah terjadinya kelongsoran, maka pengupasan lapisan tanah penutup diikuti dengan pembuatan jenjang geometri dari suatu jenjang yang direncanakan didasarkan kepada sifat fisik dan mekanik batuan dan tanah lapisan penutup, kedalaman penggalian, sesuai dengan kedalaman endapan yang ditambang, kemiringan akhir lereng penambangan yang direncanakan, dimana masih dalam kondisi stabil.

c. Penambangan Batubara

Dalam kegiatan penambangan batubara terdiri dari Penggalian Dan Pemuatan Batubara dan Pengangkutan batubara

Agar suatu persamaan tambang dapat disebut lengkap, maka harus mencakup^{[13][14]}:

a. Penentuan Batas Akhir Tambang (*Ultimate Pit Limit*)

Untuk menentukan batas akhir tambang harus mempertimbangkan bentuk, ukuran, posisi cadangan terukur bahan galian, BESR yang sesuai dan kemantapan lereng batas akhir tambang ini harus tergambar pada peta.

b. Pentahapan Kemajuan Penambangan (*Push Back*).

Membuat bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) agar bisa menambang habis cadangan terukur mulai dari titik awal penambangan hingga ke batas akhir tambang. Pada perencanaan urutan tahap-tahap kemajuan penambangan ini batas batas akhir tambang dibagi menjadi unit-unit perencanaan yang lebih kecil agar lebih mudah dikelola hal ini akan menyederhanakan masalah perencanaan tambang tiga dimensi yang biasanya sangat kompleks.

c. Penjadwalan Produksi

Menambang endapan bahan galian dan lapisan penutupnya jenjang demi jenjang harus mengikuti urutan tahap-tahap kemajuan tambang yang sudah direncanakan dengan memakai tabulasi volume (*tonase*) dan kadar (mutu) nya pengaruh dari berbagai evaluasi untuk menentukan jadwal sasaran produksi pada kadar batas yang terbaik.

d. Pemilihan Peralatan

Berdasarkan rencana produksi penambangan dan penimbunan lapisan penutup pertahun dapat ditentukan tipe, ukuran dan jumlah peralatan, armada pengangkutan, alat muat dan peralatan penunjangnya (*bulldozer*, alat garuk, *motorgrader*) untuk tiap tahun.

e. Pembuatan Peta Kemajuan Tambang

Peta rencana kemajuan penambangan dibuat untuk setiap tahun yang menunjukkan dari bagian-bagian mana endapan bahan galian dan lapisan penutup ditambang pada tahun yang bersangkutan. Pada peta-peta tersebut juga akan tergambar rencana jalan angkut, letak medan kerja (*front*), tempat penyimpanan lapisan penutup, kolam pengendap (*settling treatment ponds*), bengkel dan kantor sehingga diperoleh gambaran lengkap dari seluruh kegiatan penambangan.

f. Perhitungan Produktifitas Alat Berat

Produktifitas alat dan pencapaian target produksi bisa berubah sewaktu-waktu dikarenakan banyak hal.

Produksi back hoe dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain^[15]:

a. Sifat material

Meliputi kandungan air, ukuran butir, sifat adhesi dan kohesi, kekerasan dan berat jenis. Hal ini akan berpengaruh terhadap tingkat kesulitan penggalian (*bucket fill factor*).

b. Faktor pemekaran (*swell factor*)

Adalah tingkat perubahan volume material setelah material digali dari keadaan aslinya. Artinya, perubahan dari "*bank volume*" ke "*loose volume*".

Hal ini berpengaruh terhadap volume pengangkutan, sebab pada saat penggalian dihasilkan “*bank volume*” sedang pada saat pengangkutan menggunakan “*loose volume*”.

c. Dalamnya penggalian dan tinggi medan kerja

Semakin dalam lapisan tanah yang dikupas, maka semakin kecil tanah yang berhasil digali. Hal ini berdasarkan dari kemampuan gali alat tersebut.

Sudut putar berpengaruh terhadap waktu edar dari back hoe itu sendiri. Hal ini berhubungan dengan pengaturan posisi antara alat gali muat dengan alat angkut. Diusahakan agar sudut putar sekecil mungkin, agar mengurangi waktu edarnya.

d. Kondisi kerja

Pada factor ini meliputi sarana dan prasarana agar alat dapat beroperasi dengan optimal.

e. Kapasitas dan jumlah alat angkut

Kapasitas dan jumlah alat angkut dump truck yang dipilih harus berimbang dengan alat gali muat yang digunakan, sebab jika pembandingan ini kurang tepat (proporsional), maka ada kemungkinan alat gali muat ini banyak menunggu ataupun sebaliknya. Sebagai pegangan (*rule of thumb*), ukuran kapasitas minimum bak dump truck adalah 5 – 6 kali kapasitas *bucket back hoe*.

f. Pengalaman dan keterampilan operator

g. Keadaan fisik dan mekanis peralatan

h. Ketinggian dari permukaan air laut

Adapun kapasitas bucket merupakan jumlah material sebenarnya yang masuk ke dalam mangkok (*bucket*) pada saat penggalian. Berbeda material, berbeda pula factor pengisiannya. Dengan gambar di bawah ini, maka kita dapat membedakannya.

Tabel 9. Faktor Pengisian Bucket

Material	Faktor Pengisian	Ketereangan
Tanah liat basah dan tanah liat pasiran	100 – 110 %	A
Pasir dan kerikil	95 – 100 %	B
Tanah liat keras	80 – 90 %	C
Batuan hasil peledakan yang baik	60 – 75 %	
Batuan hasil peledakan yang buruk	40 – 50 %	

Volume ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V = Vh \times Ff \tag{6}$$

Dimana :

- V = besar kapasitas bucket
- Vh = kapasitas munjung (m³)
- Ff = factor pengisian mangkok (%)

Dari hasil pengamatan di lapangan, dapat diketahui bahwa material yang masuk ke dalam mangkok berkisar dari bentuk A atau rata – rata pengisian mangkok sebesar 110%. Sehingga besarnya kapasitas mangkok sebenarnya adalah : $V = 2,86 \text{ m}^3 \times 1,10 = 3,146 \text{ m}^3$.

Cycle Time alat gali muat adalah waktu yang dibutuhkan back hoe untuk melakukan satu kali waktu penggalian dan penumpahan terhadap dump truck hingga kembali ke posisi kerja semula dalam keadaan bucket kosong. Waktu tersebut meliputi:

a. Waktu gali muat

Adalah waktu yang dibutuhkan oleh back hoe untuk melakukan satu kali penggalian dan menumpahkannya ke dalam back truck. Kegiatan ini dipengaruhi oleh kedalaman penggalian dan jenis material, karena semakin dalam material yang digali, maka akan semakin besar waktu edarnya. Waktu yang diperlukan back hoe untuk berputar menuju ke bak penumpahan juga menjadi pengaruh bagi waktu edarnya. Hal ini tergantung oleh besar sudut putar atau lokasi penumpahan. Waktu penumpahan material juga termasuk dalam waktu edar gali muat ini.

b. Waktu kembali kosong

Adalah waktu yang dibutuhkan back hoe untuk kembali ke posisi kerja setelah melakukan penumpahan. Waktu ini tergantung dari besarnya sudut putar yang dilakukan back hoe.

Kondisi jalan angkut sangat berpengaruh pada waktu edar dari dump truck. Jika kondisi jalan buruk, maka hal tersebut dapat menambah waktu edar dump truck menjadi besar dan dapat mengurangi produksi dump truck itu sendiri. Untuk itu kondisi jalan angkut harus dijaga agar jangan sampai menurun dengan cara perawatan rutin harus dimaksimalkan.

Besarnya faktor pemekaran tanah penutup adalah 80 %. H (*kapasitas bucket*) Kapasitas angkut truck sangat dipengaruhi oleh volume kapasitas *bucket back hoe*. Berdasarkan pengamatan di lapangan, volume angkut truck rata – rata adalah 4 kali pengisian mangkok back hoe atau sebanyak = $4 \times 3,146 \text{ m}^3 = 12,584 \text{ m}^3$. Cta (*cycle time* alat angkut) Adalah waktu yang dibutuhkan oleh *dump truck* untuk melakukan satu kali *manuver* pengisian, pengisian, pengangkutan, *manuver* penumpahan, penumpahan dan kembali kosong untuk siap diisi kembali oleh *back hoe*.

Dari data jam berhenti yang terjadi selama operasi penggalian, maka dapat diketahui jam produktifnya, sehingga dengan membandingkan dengan jam kerja yang tersedia akan dapat dihitung efisiensi kerja dalam satuan persen. Nilai efisiensi kerja tersebut sebesar 83%. I (*factor pemekaran*).

Dengan menggunakan tingkat produksi tahunan dan bentuk organisasi yang dipilih, maka dapat dihitung jumlah tenaga kerja dan giliran kerja (*shift*) yang diperlukan untuk operasi, perawatan dan pengawasan kemudian biaya produksi, modal kerja dan biaya penggantian peralatan dapat dihitung.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

1. Jenis peralatan utama yang efisien untuk kegiatan penambangan pada bulan Agustus sampai Desember 2017 adalah unit *excavator Hitachi ZX330* dan unit *dump truck UD CWA260MX*.
2. Jumlah peralatan utama yang efisien untuk kegiatan penambangan batubara di site langkok pit 1 adalah:
 - a. Bulan Agustus dan Oktober 2017 dibutuhkan 1 unit *excavator hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*.
 - b. Bulan September dan November 2017 dibutuhkan 1 unit *excavator Hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*.
 - c. Bulan Desember 2017 dibutuhkan 1 unit *excavator Hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*. Agar nilai MF=1 (tidak memiliki waktu tunggu alat berat) dibutuhkan alat berat dari bulan Agustus-Desember 2017 adalah 1 unit *excavator Hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*.
3. Total biaya sewa yang akan dikeluarkan perbulan dalam kebutuhan alat adalah:
 - a. Bulan Agustus 2017 sebesar Rp. 612.762.500,00/bulan.
 - b. Bulan September 2017 sebesar Rp. 637.273.000,00 /bulan.
 - c. Bulan Oktober 2017 sebesar Rp. 588.252.000,00/bulan.
 - d. Bulan November 2017 sebesar Rp. 637.273.000,00/ bulan.
 - e. Bulan Desember 2017 sebesar Rp. 588.252.000,00/ bulan.
 Jadi, total biaya sewa yang dikeluarkan dari bulan Agustus sampai Desember 2017 adalah Rp. 3.063.812.500,00

5.2 Saran

1. Sebaiknya perusahaan menggunakan *Excavator Hitachi ZX330* dan *Dump Truck UD CWA260X* untuk produksi ke *Washing Plant* tanpa menggunakan ADT VOLVO A35F karena lebar *vessel* ADT tidak bisa *dumping* langsung ke *washing plant*. Apabila target produksi tidak tercapai dapat dilakukan:
 - a. Penambahan alat 1-2 unit saat produksi atau
 - b. Melakukan penambahan jam kerja (*secondary time*).

2. Melakukan pengontrolan kinerja alat supaya tetap stabil (nilai MF=1) agar tidak terjadinya waktu tunggu bagi alat berat.
3. Melakukan pengontrolan HM (*Hours Meter*) alat berat saat mulai kerja dan akhir pekerjaan harian ataupun dalam keadaan *standby* agar pengeluaran biaya yang jelas dan tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan biaya yang akan dikeluarkan.
4. Perlu dilakukan pengeboran lebih banyak lagi disekitar lokasi penambangan agar data-data yang didapat lebih akurat dan teliti, sehingga kepastian cadangan yang mineable dapat diketahui.
5. Diharapkan jumlah alat yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan dengan berpedoman kepada faktor keselarasan dan kondisi lapangan sehingga biaya operasional dapat ditekan.
6. Dalam melakukan kegiatan penambangan hendaknya setiap pekerja menggunakan topi pengaman dan sepatu kerja yang baik, sehingga keamanan dan kelancaran kerja dapat berjalan secara optimal.
7. Hendaknya perusahaan memperhatikan Kesehatan dan keselamatan Kerja (K3).
8. Mengadakan pelatihan terhadap operator alat-alat berat untuk meningkatkan kemampuan pengetahuan dan keterampilan operator dalam menggunakan alat-alat berat sehingga efisiensi kerja dapat tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] Moh Nazir. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia. (2003)
- [2] Rochmanhadi. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Universitas Hasanudin. (1985).
- [3] Partanto, Prodjosumarto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. (1996).
- [4] Yanto Indonesianto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran. (2010).
- [5] Salengke. *Engineering Economy*. Makassar: Universitas Hasanudin. (2012)
- [6] Jahar, lembadah ilham. *Evaluasi Jumlah Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Serta Perhitungan Bahan Bakar Untuk Memproduksi 300.000 Ton/Bulan Batu Granit Di PT. Trimegah Perkasa Utama Kepulauan Riau*. Riau: Universitas Sriwijaya. (2015).
- [7] Merlin, Nabella. *Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan Dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit Di PT Gunung Sampurna Makmur Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor Jawa Barat*. Universitas Islam Bandung. *Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan* 2, 1 (2016).

- [8] Fadly, Budi Harry. *Studi Teknis Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Pada Penambangan Batubara PT. Nan Riang Desa Ampelu Kecamatan Muara Tembesi Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional. (2017).
- [9] Yoszi, Mingsi Anaperta. *Evaluasi Kecerahan (Match Factor) Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan Di Pit X PT Y*". Universitas Negeri Padang. *Jurnal Teknologi Informasi Pendidikan* **9**, 1 (2016).
- [10] Alloysius, Vendhi Prsasmono. *Optimasi Produksi Dump Truck Volvo FM 440 Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Di Lokasi Pertambangan Batubara (Studi Pada Salah Satu Kontraktor Pertambangan Area Samarinda, Kalimantan Timur)*. Universitas Mercu Buana. *Jurnal OE* **6**, 1 (2014).
- [11] Respati, Ayuningtyas. *Analisis Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi Kerja dengan Penerapan Kaizen, Malang*. *Jurnal agora*. Vol. 1 No.1 Hal 175-186 (2010).
- [12] Rifani, Faisal dkk. *Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi 780.000 Ton/Bulan di PT. Semen Padang, Indarung, Sumatera Barat*. *Jurnal Tambang*. Vol. 1 No. 2 hal 46-50 (2016).
- [13] Androly Andrea. *Perencanaan Biaya dan Kebutuhan Alat Muat dan Angkut pada Lokasi Penambangan Area 242,3 Ha di PT Semen Padang, Indarung, Sumatera Barat* (2016).
- [14] Genta, Dwi Pramana. *Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT. Citra Tobindo Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. *Jurnal Teknologi Pertambangan* **1**, 2 (2016).
- [15] Ardyan, Febrianto. *Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Di Tambang Batubara PT. Rian Pratama Mandiri Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. *Jurnal Teknologi Pertambangan* **1**, 2 (2016).