

# Kajian optimasi kombinasi peralatan mekanis pada kegiatan *backfilling* tambang PD Baramarta Provinsi Kalimantan Selatan

## *The heavy equipment combinations optimization in mine backfilling activities at PD Baramarta, Kalimantan Selatan Province*

Fadil Auliya Putra\*, Eko Santoso, Karina Shella Putri

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A. Yani Km. 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714, Telp.0812-7670-1521, Indonesia  
e-mail: \*[fadil.auliyaputra@gmail.com](mailto:fadil.auliyaputra@gmail.com), [eko@ulm.ac.id](mailto:eko@ulm.ac.id), [karinashella@ulm.ac.id](mailto:karinashella@ulm.ac.id)

### ABSTRAK

Saat ini terdapat lubang bukaan bekas tambang di *west pit* pada PD Baramarta dan akan dilakukan kegiatan *backfilling* dengan ketersediaan *overburden* yaitu 1.302.893,08 BCM. Rencana PD Baramarta adalah melakukan kegiatan penimbunan kembali (*backfilling*) pada *west pit* agar nantinya lahan tersebut dapat dimanfaatkan kembali merupakan latar belakang penulis melakukan penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan optimasi kombinasi peralatan mekanis yang digunakan dengan target waktu penyelesaian kegiatan *backfilling* berdasarkan jumlah alat muat dan angkut yang tersedia di perusahaan.

Optimasi yang digunakan untuk menentukan kombinasi peralatan mekanis yaitu menggunakan *linear programming* dengan *tools solver*. Perencanaan kegiatan *backfilling* dilakukan berdasarkan ketersediaan jumlah alat muat sehingga waktu penyelesaian kegiatan *backfilling* adalah 3 bulan.

Kombinasi peralatan mekanis alat muat dan angkut yang digunakan untuk kegiatan *backfilling* pada bulan 1, 2, dan 3 yaitu PC2000 sebanyak 2 unit dan PC1250 sebanyak 2 unit, HD785 sebanyak 6 unit dan HD773 sebanyak 6 unit dengan total produksi sebesar 428.652,48 BCM, 398.148,76 BCM dan 494.475,52 BCM serta total biaya pengupasan dan pengangkutan *overburden* sebesar 2.176.532 USD, 2.021.647 USD dan 2.510.756 USD.

**Kata-kata kunci:** *pit, overburden, linear programming*

### ABSTRACT

Currently, there are ex-mining holes in the west pit at PD Baramarta, and backfilling activities will be carried out with an *overburden* availability of 1,302,893.08 BCM. PD Baramarta's plan is to carry out backfilling activities in the west pit so that later the land can be reused. This is the background of the author doing the research. The purpose of this study is to determine the optimization of the combination of heavy equipment used with a target time of completion of backfilling activities based on the number of loading and hauling equipment available in the company.

The optimization used to determine the combination of heavy equipment is using linear programming with solver tools. Planning for backfilling activities is carried out based on the availability of the number of loading equipment so that the completion time for backfilling activities is 3 months.

The combination of loading and hauling equipment used for backfilling activities in months 1, 2, and 3, consists of 2 units of PC2000, 2 units of PC1250, 6 units of HD785, and 6 units of HD773 with a total production of 428,652.48 BCM, 398,148.76 BCM and 494,475.52 BCM and the total cost of stripping and hauling *overburden* amounted to 2,176,532 USD, 2,021,647 USD and 2,510,756 USD.

**Keywords:** *pit, overburden, linear programming*

### PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering ditemui di setiap kegiatan penambangan dengan metode open pit yaitu timbulnya lubang bekas tambang yang jika setelah selesai dilakukan kegiatan penambangan akan berdampak buruk pada lingkungan sehingga diperlukan suatu kegiatan reklamasi untuk meminimalisir dampak buruk akibat kegiatan penambangan tersebut [1]. Dampak awal yaitu menimbulkan lubang bukaan (*void*), sehingga diperlukan penutupan lubang-lubang bekas galian tambang tersebut salah satunya dengan metode *backfilling* [2].

Metode *backfilling* adalah suatu metode penimbunan kembali material tanah penutup pada lubang bekas tambang dimana jika bahan galian sudah selesai diambil atau ditambang agar lahan bekas tambang tersebut dapat di manfaatkan kembali untuk keperluan reklamasi sehingga meminimalisir dampak buruk dari kegiatan penambangan.

Kegiatan *backfilling* membutuhkan alat mekanis untuk menunjang kegiatannya seperti alat muat, alat angkut,

dan alat penunjang agar perencanaan *backfilling* dapat tercapai sesuai target yang ditentukan oleh perusahaan. Target didasarkan pada volume *overburden* yang tersedia dan volume void yang akan diisi [3]. Optimasi dalam produktivitas peralatan mekanis produksi tentu saja memperhatikan parameter utamanya yaitu cycle time [4]. Namun apabila cycle time telah memenuhi standar, maka pencapaian target tersebut membutuhkan kajian kombinasi peralatan mekanis agar produktivitas setiap alat mekanis pada kegiatan *backfilling* dapat tercapai. Metode *match factor* dapat digunakan dalam optimasi kombinasi jumlah alat gali muat dan alat angkut dalam aktivitas produksi [5, 6, 7, 8, 9, 10], namun apabila mempertimbangkan dengan biaya minimum dan dapat disesuaikan dengan penentuan target waktu pengerjaan maka penggunaan linear programming bisa digunakan [11, 12]. Berdasarkan latar belakang inilah yang menjadi pertimbangan penulis melakukan penelitian dengan topik kajian optimasi kombinasi peralatan mekanis pada kegiatan *backfilling* lubang bekas bukaan tambang di PD Baramarta.

**METODOLOGI**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada data aktual lapangan. Rancangan kegiatan penelitian ini terdiri dari 4 tahapan yaitu tahap pengamatan lapangan dan pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis data, dan tahap kesimpulan.

1. Pengamatan lapangan  
 Pengamatan di lapangan ditujukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan secara langsung di lapangan. Pengambilan data dilakukan dengan pengamatan dan perhitungan.
2. Pengolahan data  
 Pengolahan data hasil penelitian dilakukan dengan perhitungan berdasarkan teori yang ada dan data hasil penelitian.
3. Analisis data  
 Berdasarkan hasil pengolahan data kemudian dilakukan analisis untuk menemukan jawaban atas pertanyaan perihal rumusan dan hal-hal yang diperoleh dalam penelitian.
4. Kesimpulan  
 Hasil perhitungan dan analisis menjadi dasar dalam penentuan kesimpulan penelitian.

Instrumentasi dan metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada metode aktual lapangan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan rancangan yang tepat dengan kondisi yang ada di lapangan. Teknik pengumpulan data ditempuh dengan prosedur penelitian yang mencakup :

- Penelitian yang berasal dari referensi yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi.
1. Pengamatan lapangan dilakukan untuk memperoleh data-data lokasi yang akan dijadikan daerah penelitian. Selama pengamatan lapangan, dilakukan diskusi yang meliputi pengolahan data lapangan dan analisis hasil pengolahan data. Data yang didapat dari pengamatan lapangan adalah kondisi aktual daerah penelitian seperti batas-batas lokasi dan kesampaian daerah lokasi penelitian.
  2. Wawancara dengan instruktur lapangan serta orang-orang yang berkompeten dengan bahasan penelitian.

**HASIL DAN DISKUSI**

**Rancangan Backfilling**

Pemindahan *overburden* dilakukan selama 3 bulan didapat dari data hasil perhitungan rencana pembongkaran

**Tabel-1.** Rencana pemindahan material *overburden*

Waktu	Volume <i>Overburden</i>
Bulan 1	423.801,25 BCM
Bulan 2	390.268,32 BCM
Bulan 3	488,823.51 BCM
Total	1.302.893,08 BCM

**Tabel-3.** *Cycle time* dan *delay time* rata-rata

	PC 2000	PC 1250	HD 785	HD 773
<i>Cycle Time</i> (detik)	37,69	25,01	899,54	661,09
<i>Delay Time</i> (detik)	32,71	30,25	284,05	273,60

*overburden* dan didapatkan total *overburden* yang akan dipindahkan sebesar 1.302.893,08 BCM dengan rincian pemindahan *overburden* tiap bulan yang dapat dilihat pada tabel-1.

**Swell Factor**

Data *swell factor* yang diperoleh dari PD Baramarta ditentukan dengan nilai rata-rata dari beberapa percobaan pada densitas *loose* dan densitas *bank* material, sehingga didapat nilai *swell factor* pada area pit *west* adalah sebesar 0,874.

**Ketersediaan Alat Mekanis**

Alat mekanis yang tersedia diperoleh dari pengamatan di lapangan dan data dari PD Baramarta yang digunakan untuk merencanakan kebutuhan alat muat dan angkut kegiatan *backfilling*. Ketersediaan peralatan mekanis yang ada di lokasi penambangan PD Baramarta berdasarkan pengamatan alat dilapangan dan data yang didapat dilihat pada tabel-2.

**Cycle Time dan Delay Time Alat Mekanis**

Berdasarkan tabel-3 dapat diketahui *cycle time* dan *delay time* rata-rata alat muat PC 2000 sebesar 37,69 detik dengan *delay time* 32,71 detik dan PC 1250 sebesar 25,01 detik dengan *delay time* 30,25 detik, sedangkan *cycle time* rata-rata alat angkut HD 785 sebesar 899,54 detik dengan *delay time* 284,05 detik dan HD 773 sebesar 661,09 detik dengan *delay time* 273,60 detik.

**Bucket Fill Factor**

Produksi dan produktivitas alat muat sangat dipengaruhi oleh material yang dimuat yang dikenal dengan istilah faktor isian *bucket* (*bucket fill factor*) yaitu perbandingan antara volume material nyata yang dimuat *bucket* dengan kapasitas *bucket* teoritis. Diketahui nilai rata-rata *bucket fill factor* alat muat PC 2000 dan PC 1250 sebesar 0,8.

**Jumlah Passing Bucket**

*Passing bucket* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dalam perhitungan taksiran produktivitas alat angkut. *Passing bucket* diperlukan untuk mengetahui berapa kali pemuatan yang dilakukan oleh alat muat untuk memenuhi kapasitas *vessel* alat angkut. Jumlah *passing bucket* yang digunakan dalam perhitungan produktivitas dilihat pada tabel-4.

**Tabel-2.** Ketersediaan alat mekanis

No	Jenis Peralatan	Tipe	Kapasitas	Jumlah Alat
1	Alat Gali Muat	Komatsu PC 2000	14 m <sup>3</sup>	2
		Komatsu PC 1250	7 m <sup>3</sup>	2
2	Alat Angkut	Komatsu HD 785	60 m <sup>3</sup>	14
		Caterpillar HD 773	35,2 m <sup>3</sup>	8

**Tabel 4.** Jumlah *passing bucket*

	HD 785	HD 773
	PC 2000	PC 1250
Kapasitas Alat Angkut (m <sup>3</sup> )	60	35,2
Kapasitas Bucket Alat Gali Muat (m <sup>3</sup> )	14	7
Bucket Fill Factor	0,8	0,8
Jumlah Passing Bucket	6	6

### Jam Kerja

Rencana jam kerja didapatkan berdasarkan jam aktual dan rencana kerja bulan selanjutnya yang berfungsi untuk menghitung jam efektif setiap operasi. Terdapat 3 bulan jam kerja yaitu pada bulan 1 dengan total jam kerja 267 jam, bulan 2 dengan total jam kerja 248 jam dan bulan 3 dengan total jam kerja 308 jam.

### Kemampuan Produksi

#### a. Produktivitas Alat muat dan Angkut

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan produktivitas alat mekanis maka dapat diketahui produktivitas untuk alat muat yang tersedia pada lokasi kerja PD Baramarta adalah 1 unit PC 2000 sebesar 486,29 BCM/jam, 1 unit PC 1250 sebesar 316,43 BCM/jam.

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan produktivitas alat mekanis maka diperoleh produktivitas untuk alat angkut yang tersedia adalah 1 unit HD 785 sebesar 165.81 BCM/jam, 1 unit HD 773 sebesar 107.67 BCM/jam.

#### b. Produksi Alat muat Dan Angkut Bulan 1

Berdasarkan perhitungan produksi bulan 1 yaitu produktivitas alat dikalikan dengan jam kerja efektif bulan 1 maka dapat diketahui produksi dari alat muat yang tersedia yaitu 1 unit PC 2000 unit sebesar 129.839,43 BCM, 1 unit PC 1250 sebesar 84.486,81 BCM.

Berdasarkan perhitungan produksi bulan 1 yaitu produktivitas alat dikalikan dengan jam kerja efektif bulan 1 maka dapat diketahui produksi bulan 1 dari alat angkut 1 unit HD 785 sebesar 44.271,27 BCM, 1 unit HD 773 sebesar 28.747,89 BCM.

#### c. Produksi Alat muat Dan Angkut Bulan 2

Berdasarkan perhitungan produksi bulan 2 yaitu produktivitas alat dikalikan dengan jam kerja efektif bulan 2 maka dapat diketahui produksi dari alat muat yang tersedia yaitu 1 unit PC 2000 unit sebesar 120.599,92 BCM, 1 unit PC 1250 sebesar 78.474,64 BCM.

Berdasarkan perhitungan produksi bulan 2 yaitu produktivitas alat dikalikan dengan jam kerja efektif bulan 2 maka dapat diketahui produksi tiap bulan dari alat angkut 1 unit HD 785 sebesar 41.120,88 BCM/, 1 unit HD 773 sebesar 26.702,16 BCM.

#### d. Produksi Alat muat Dan Angkut Bulan 3

Berdasarkan perhitungan produksi bulan 3 yaitu produktivitas alat dikalikan dengan jam kerja efektif 3bulan maka dapat diketahui produksi dari alat muat yang tersedia yaitu 1 unit PC 2000 unit sebesar 149.777,32 BCM, 1 unit PC 1250 sebesar 97.460,44 BCM, sehingga total produksi seluruh alat muat adalah sebesar 247.237,76 BCM.

Berdasarkan perhitungan produksi bulan 3 yaitu produktivitas alat dikalikan dengan jam kerja efektif bulan 3 maka dapat diketahui produksi tiap bulan dari alat angkut 1 unit HD 785 sebesar 51.069.48 BCM, 1 unit HD 773 sebesar 33.162,36 BCM.

Dilakukan perbandingan antara kemampuan produksi alat muat dengan target produksi setiap bulannya agar diketahui apakah kemampuan produksi alat muat dapat

mencapai target pengupasan *overburden* tiap bulannya. Hasil dari perbandingan dapat dilihat pada gambar-1.

#### a. Bulan 1

Total produksi didapatkan sebesar 428.652,48 BCM dengan target pemindahan *overburden* pada bulan 1 sebesar 423.801,25 BCM.

#### b. Bulan 2

Total produksi bulan didapatkan sebesar 398.148,76 BCM dengan target pemindahan *overburden* pada bulan 2 sebesar 390.268,32 BCM.

#### c. Bulan 3

Total produksi didapatkan sebesar 494.475,52 BCM dengan target pemindahan *overburden* pada bulan 2 sebesar 488.823,51 BCM.

### Kajian Kombinasi Peralatan Mekanis

Untuk menentukan kombinasi peralatan mekanis yang akan digunakan, dilakukan kajian kombinasi peralatan mekanis dengan menggunakan *linear programming* salah satu model matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimisasi, yaitu memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan yang bergantung pada sejumlah variabel input [13]. Diagram metodologi optimasi kombinasi peralatan mekanis menggunakan *linear programming* dapat dilihat pada gambar-2.

Berdasar pada gambar-2 menunjukkan bahwa optimasi kombinasi peralatan mekanis menghasilkan solusi berupa jumlah kebutuhan alat angkut yang akan digunakan untuk mencapai target kemampuan produksi alat muat dengan biaya minimum serta dibatasi oleh ketersediaan alat angkut yaitu HD785 sebanyak 14 unit dan HD773 sebanyak 8 unit. Adapun penyusunan model matematika membutuhkan koefisien berdasarkan biaya operasional alat muat dan biaya operasional alat angkut tiap unitnya.

Taksiran biaya pengupasan *overburden* dan pengangkutan *overburden* menggunakan acuan Keputusan Direktur Jendral Mineral dan Batubara Nomor: 466.K/32djb/2015 tentang Biaya Produksi untuk Penentuan Harga Batubara, Direktur Jendral Mineral dan Batubara antara lain biaya pengupasan *overburden* yaitu 2,41 USD/BCM dan biaya pengangkutan *overburden* yaitu 1,74 USD/BCM/km [14].

Model matematika yang disusun dengan biaya operasional per unit sebagai koefisien setiap bulannya antara lain :

#### a. Model matematika optimasi pada bulan 1 yaitu:

$$Z_{min} = 115.544 X_{HD785} + 75.031,01 X_{HD773} + 2(312.912,13 + 203.615,53) \\ = 115.544 X_{HD785} + 75.031,01 X_{HD773} + 1.033.055,32$$

dengan batasan kemampuan produksi sebesar 428.653,66 BCM.

#### b. Model matematika optimasi pada bulan 2 yaitu:

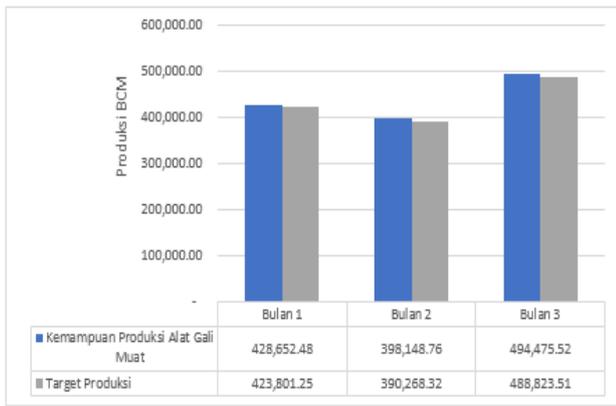
$$Z_{min} = 107.322,31 X_{HD785} + 69.691,73 X_{HD773} + 2(290.644,98 + 189.126,03) \\ = 115.544 X_{HD785} + 75.031,01 X_{HD773} + 959.542,02$$

dengan batasan kemampuan produksi sebesar 398.150,21 BCM.

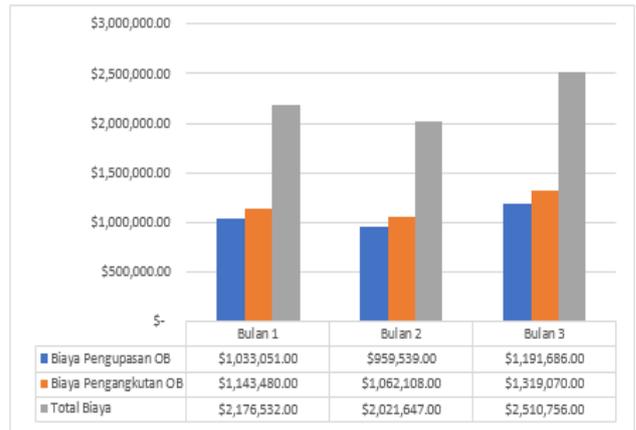
#### c. Model matematika optimasi pada bulan 3 yaitu:

$$Z_{min} = 133.287,39 X_{HD785} + 86.552,63 X_{HD773} + 2(360.962,31 + 234.882,33) \\ = 115.544 X_{HD785} + 75.031,01 X_{HD773} + 1.191.689,28$$

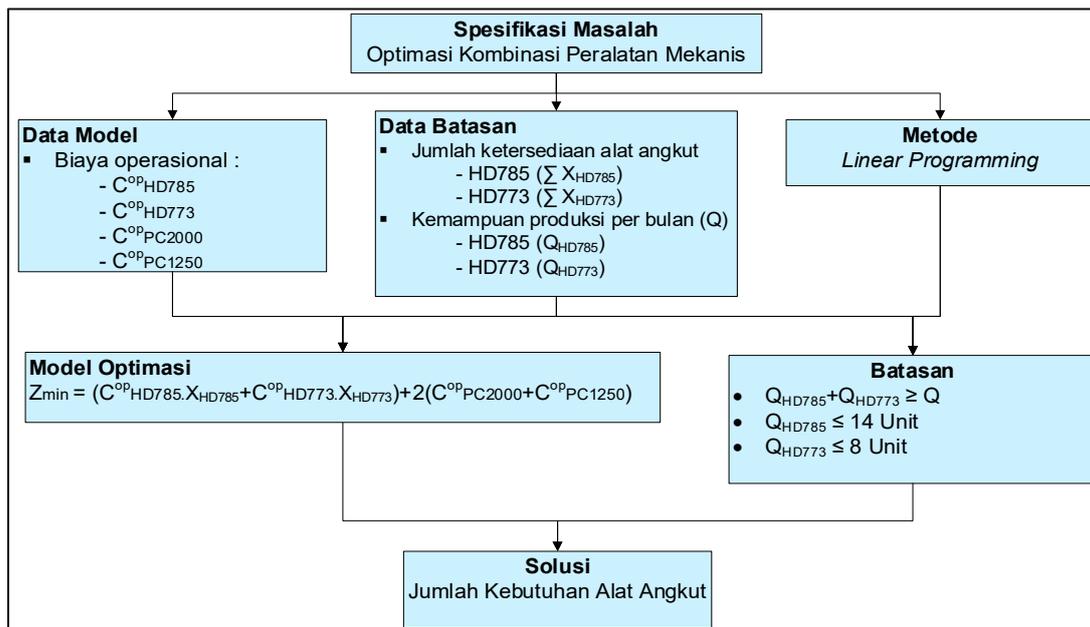
dengan batasan kemampuan produksi sebesar 494.476,88 BCM.



Gambar-1. Perbandingan kemampuan produksi dengan target produksi



Gambar-3. Taksiran biaya



Gambar-2. Metodologi optimasi kombinasi peralatan mekanis

Optimasi untuk menentukan kombinasi jumlah alat angkut ( $X_{HD785}$  dan  $X_{HD773}$ ) dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu *solver* yang merupakan *addin* dari *Microsoft Excel*. Fungsi dari *solver* yaitu membantu melakukan simulasi perhitungan dari semua kombinasi jumlah alat angkut sehingga mendapatkan kombinasi yang optimal berdasarkan biaya minimum dan ketercapaian produksi.

Setelah dilakukan perhitungan dengan *linear programming*, didapatkan optimasi kombinasi peralatan mekanis pada bulan 1, 2, dan 3 yaitu dengan jumlah alat muat dan angkut yang digunakan adalah 2 unit PC 2000 dengan 6 unit HD 785 dan 2 unit PC 1250 dengann 6 unit HD 773. Hasil optimasi kombinasi peralatan mekanis menggunakan *linear programming* dapat dilihat pada tabel-5, tabel-6, tabel-7.

Pada bulan 1 biaya pengupasan *overburden* sebesar 1.033.051 USD dan biaya pengangkutan sebesar 1.143.480 USD didapatkan total biaya 2.176.532 USD. Pada bulan 2 biaya pengupasan *overburden* sebesar 959.539 USD dan biaya pengangkutan sebesar 1.062.108 USD didapatkan total biaya 2.021.647 USD. Pada bulan 3

biaya pengupasan *overburden* sebesar 1.191.686 USD dan biaya pengangkutan sebesar 1.319.070 USD didapatkan total biaya 2.510.756 USD.

Tabel-5. Kombinasi peralatan mekanis dan biaya Bulan 1

	Satuan	Bulan 1			
		HD785	HD773	PC2000	PC1250
Koefisien	USD	115,544.59	75,031.01	312,912.13	203,615.53
Solusi	unit	6	6	2	2
Total biaya min	USD	2,176,508.92			

Tabel-6. Kombinasi peralatan mekanis dan biaya Bulan 2

	Satuan	Bulan 2			
		HD785	HD773	PC2000	PC1250
Koefisien	USD	107,322.31	69,691.73	290,644.98	189,126.03
Solusi	unit	6	6	2	2
Total biaya min	USD	2,021,626.26			

Tabel-7. Kombinasi peralatan mekanis dan biaya Bulan 3

	Satuan	Bulan 3			
		HD785	HD773	PC2000	PC1250
Koefisien	USD	133,287.39	86,552.63	360,962.31	234,882.33
Solusi	unit	6	6	2	2
Total biaya min	USD	2,510,729.39			

**Diskusi**

Metode *backfilling* adalah suatu metode penimbunan kembali material tanah penutup (*overburden*) pada lubang bukaan bekas tambang dimana bahan galian tambang tersebut telah selesai diambil atau ditambang sehingga lahan lubang bekas tambang tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan reklamasi.

Kegiatan *backfilling* di PD Baramarta dilakukan dalam waktu 3 bulan dengan menyesuaikan perhitungan kebutuhan alat muat, perhitungan kebutuhan alat angkut dan biaya yang dikeluarkan untuk memenuhi rencana pemindahan material *overburden*.

Jumlah volume lubang bekas tambang dan volume *overburden* yang akan dilakukan kegiatan *backfilling* didapat dari data hasil perhitungan rencana pembongkaran *overburden* sehingga didapatkan volume *pit* dan volume *overburden* sebesar 1.302.893,08 BCM

Perhitungan kebutuhan alat mekanis untuk kegiatan *backfilling* menggunakan metode *linear programming* untuk menentukan optimasi kombinasi peralatan mekanis yang akan digunakan. Perhitungan dibagi disetiap bulannya sesuai rencana pemindahan material *overburden* dan produktivitas alat muat dan angkut.

Bulan 1 alat muat yang akan digunakan PC 2000 sebanyak 2 unit dan PC 1250 sebanyak 2 unit dengan total produksi sebesar 428.652,48 BCM dan total biaya sebesar 1.033.052 USD. Kombinasi alat angkut yang akan digunakan yaitu HD 785 sebanyak 6 unit dan HD 773 sebanyak 6 unit dengan total produksi sebesar 438.114,96

BCM dan biaya 1.143.480 USD. Total biaya keseluruhan sebesar 2.176.532 USD

Bulan 2 kombinasi alat muat yang akan digunakan PC 2000 sebanyak 2 unit dan PC 1250 sebanyak 2 unit dengan total produksi sebesar 398.148,76 BCM dan total biaya sebesar 959.539 USD. Kombinasi alat angkut yang akan digunakan yaitu HD 785 sebanyak 6 unit dan HD 773 sebanyak 6 unit dengan total produksi sebesar 406.338,24 BCM dan biaya 1.062.108 USD. Total biaya keseluruhan sebesar 2.021.647 USD

Bulan 3 kombinasi alat muat yang akan digunakan PC 2000 sebanyak 2 unit dan PC 1250 sebanyak 2 unit dengan total produksi sebesar 494.475,52 BCM dan total biaya sebesar 1.191.686 USD. Kombinasi alat angkut yang akan digunakan yaitu HD 785 sebanyak 6 unit dan HD 773 sebanyak 6 unit dengan total produksi sebesar 505.391,04 BCM dan biaya 1.319.070 USD. Total biaya keseluruhan sebesar 2.510.756 USD. Kebutuhan alat mekanis berdasarkan biaya dan produksi alat angkut untuk menyelesaikan kegiatan *backfilling* dapat dilihat pada tabel-8 dan tabel-9.

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan alat mekanis dari perhitungan optimasi kombinasi peralatan mekanis menggunakan *linear programming* dengan alat muat dan alat angkut yang tersedia telah mencukupi target pemindahan material *overburden* sebesar 1.302.893,08 BCM dan dapat menyelesaikan kegiatan *backfilling* sesuai target yang ditentukan yaitu selama 3 bulan.

**Tabel-8.** Kebutuhan alat muat

Rencana Produksi (BCM/bulan)		Bulan 1		
		1	2	3
Produktivitas (BCM/bulan)	PC 2000	129.839,43	120.599,92	149.777,32
	PC 1250	84.488,81	78.474,64	97.480,44
Jam Kerja Efektif per Bulan		267	248	308
Jumlah Alat	PC 2000	2	2	2
	PC 1250	2	2	2
Produksi Alat Tersedia (BCM/bulan)		428.652,48	398.148,76	494.475,52

**Tabel-9.** Kebutuhan alat angkut

HD 785	Bulan		
	1	2	3
Rencana Produksi (BCM/bulan)	423.801,25	390.268,32	488.823,51
Jam Kerja Efektif per Bulan	267	248	308
Produktivitas Alat (BCM/Bulan)	44.271,27	41.120,88	149.777,32
Jumlah Alat	6	6	6
Produksi Alat Tersedia (BCM/bulan)	265.627,62	246.725,28	299.554,64
HD 773	Bulan		
	1	2	3
Rencana Produksi (BCM/bulan)	423.801,25	390.268,32	488.823,51
Jam Kerja Efektif per Bulan	267	248	308
Produktivitas Alat (BCM/Bulan)	28.747,89	26.702,16	97.480,44
Jumlah Alat	6	6	6
Produksi Alat Tersedia (BCM/bulan)	172.487,34	160.212,96	194.920,88

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis dalam proses pengerjaan penelitian maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Volume *overburden* yang akan digunakan untuk menutup lubang bekas tambang *west pit* didapat dari perencanaan pengupasan *overburden* sesuai target perusahaan selama 3 bulan dengan total *overburden* yang akan dipindahkan sebesar 1.302.893,08 BCM dengan jumlah ketersediaan alat mekanis yaitu:

- a. PC2000 sebanyak 2 unit
- b. PC1250 sebanyak 2 unit
- c. HD785 sebanyak 14 unit
- d. HD773 sebanyak 8 unit

2. Total kemampuan produksi fleet selama 3 bulan sebesar 1.321.276,76 BCM dengan rincian kemampuan produksi per unit alat muat PC2000 dan PC1250, alat angkut HD785 dan HD773 berturut-turut antara lain pada bulan pertama sebesar 129.839,43 BCM, 84.486,81 BCM, 44.271,27 BCM, 28.747,89 BCM; bulan kedua sebesar 120.599,92 BCM, 78.474,64 BCM,



**Gambar-4.** Perbandingan Produksi dengan Biaya Operasi

41.120,88 BCM, 26.702,16 BCM; dan bulan ketiga sebesar 149.777,32 BCM, 97.460,44 BCM, 51.069,48 BCM, 33.162,36 BCM.

3. Kombinasi peralatan mekanis alat muat dan angkut yang digunakan untuk kegiatan *backfilling* antara lain :
  - a. Pada bulan pertama yaitu PC2000 sebanyak 2 unit dan PC1250 sebanyak 2 unit, HD785 sebanyak 6 unit dan HD773 sebanyak 6 unit dengan total produksi sebesar 428.652,48 BCM serta total biaya pengupasan dan pengangkutan overburden sebesar 2.176.532 USD.
  - b. Pada bulan kedua yaitu PC2000 sebanyak 2 unit dan PC1250 sebanyak 2 unit, HD785 sebanyak 6 unit dan HD773 sebanyak 6 unit dengan total produksi sebesar 398.148,76 BCM serta total biaya pengupasan dan pengangkutan overburden sebesar 2.021.647 USD.
  - c. Pada bulan ketiga yaitu PC2000 sebanyak 2 unit dan PC1250 sebanyak 2 unit, HD785 sebanyak 6 unit dan HD773 sebanyak 6 unit dengan total produksi sebesar 494.475,52 BCM serta total biaya pengupasan dan pengangkutan overburden sebesar 2.510.756 USD.

Sebaiknya untuk data biaya pengupasan dan pengangkutan *overburden* menggunakan data biaya aktual dari perusahaan agar analisis dari laporan yang dihasilkan akurat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. PD Baramarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian pada salah satu blok penambangan yang ada di perusahaan tersebut.
2. Bapak Eko Santoso, M.T. dan Ibu Karina Shella Putri, M.T. selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan dalam penyusunan penelitian ini.
3. Berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Reklamasi dan Pascatambang Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara*, Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 7 Tahun 2014 Lembar Negara Republik Indonesia, 2014.
- [2] A. N. Rahman, U. Saismana, dan R. N. Hakim, "Perencanaan Kegiatan Backfilling Tahun 2017 di Void M23 E-W, M23 E-C dan M1 E-W di PT Jorong Barutama Greston Kalimantan Selatan," *Jurnal Himasapta*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [3] D. K. Alam, Nurhakim, dan A. Mustofa, "Kajian Perencanaan Backfilling Kolam Bekas Tambang Pit 1 pada PT Surya Jaya Energy Desa Selalselilau Kec. Karang Bintang Kab. Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan," *Jurnal Geosapta*, vol. 1, pp. 1-4, 2015.
- [4] F. A. R. Putri, "Optimalisasi Produktivitas Alat Angkut Tambang Pasir," *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan II*, vol. 2, pp. 437-441, 2020.
- [5] M. Fadly dan D. Yulhendra, "Optimalisasi Peralatan Tambang Komatsu HD 785 dan Caterpillar 6030 BH Menggunakan Metode Quality Control Circle Untuk Memenuhi Target Produksi Batu Gamping Pada PT. Semen Padang (Persero) Tbk.," *Jurnal Bina Tambang*, vol. 4, pp. 340-351, 2019.
- [6] Y. Indonesianto, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Yogyakarta: Teknik pertambangan UVN Veteran, 2014.
- [7] S. Wedhanto, *Diktat Kuliah Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, pp 57-61, 2009.
- [8] P. Prodjosumarto, *Diktat Perencanaan Tambang Terbuka*, Bandung: Universitas Islam Bandung, 2004.
- [9] A. T. Tenrianjeng, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jakarta: Penerbit Gunadarma, 2003.
- [10] S. Basuki, dan Nurhakim, *Modul Ajar dan Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis*, Banjarbaru: Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, 2004, p. 100.
- [11] A. Permana, S. Ubud, dan D. W. Kanto, "Optimization of Heavy Equipment Capabilities in The Framework of Productivity and Coal Mining Business Sustainability: Case Study of East Kalimantan Mining Area," *Journal of Economics and Business*, vol. 3, no. 4, 2020.
- [12] B. Ozdemir and M. Kumral, "Simulation-based optimization of truck-shovel material handling systems in multi-pit surface mines," *J. Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 95, pp. 36-48, Sept, 2019.
- [13] H. Siringoringo, *Seri Teknik Riset Operasional: Pemrograman Linear*, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2005.
- [14] *Biaya Produksi Untuk Penentuan Harga Batubara*, Keputusan Direktur Jendral Mineral Dan Batubara Nomor: 466.K/32dj/2015, 2015.