

Evaluasi Aspek Teknis dan Ekonomis dalam Penggunaan Alat Gali Muat dan Angkut pada Pengupasan Overburden Di Pit 3000 Block 30 South Block 2 PT Trubaindo Coal Mining, Kecamatan Muara Lawa Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur

Evaluation of Tehnical and Economic Aspects in Using Excavating-Unloading Tool and Transport Tool of Peeling Overburden in Pit 3000 Block 30 South Block 2 PT Trubaindo Coal Mining, Muara Lawa, West Kutai District, East Kalimantan Province

¹Muhammad Fadly Asyik, ²Zaenal, ³Dono Guntoro

1,2Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

e-mail: ¹muhammadfadly.asyik@gmail.com, ²zaenal_mq@yahoo.com, ³guntoro_mining@yahoo.com

Abstract: PT. Trubaindo Coal Mining is a company of coal mining at Muara Lawa, West Kutai District, East Kalimantan Province. Location of researching at PIT 3000 block 30 south block 2. The processing of material overburden peeling in PT Trubaindo Coal Mining is using Excavator Komatsu PC 1250 and Dumptruck Komatsu HD 785, where the age from every tools has reached 6 years of lifetime and it's too old, so the consequent has been taken is down of mechine performance. Result of calculation tools productivity has been gotten by excavating-unloading tools production with 2.496.907,61 BCM/year and new tools of excavating-unloading tools with 2.991.466,40 BCM/year. And for transport tool production is 7.439.116,15 BCM/year and new transport tool production is 8.970.150,10 BCM/year. For economic calculation has been gotten by operation cost of excavating-unloading tool and it is Rp 6.654.083.795,09 /year and new excavating-unloading tool is Rp 5.367.679.178 /year, and for transports tool is Rp 10.020.041.786,76 /year, so for new transport tool is Rp 8.190.848.920,82 /year. While for excavating-unloading tools *Present Worth Cost* (PWC) is Rp 42.976.983.927,15 /year and for new excavating-unloading tools is Rp 42.195.302.979,90 /year, and for transports tools *Present Worth Cost* (PWC) is Rp 64.787.633.156,29 /year and for new transports tools is Rp 61.162.979.375,11 /year. Based on the technical and economical assessment, using new tools, the cost of which has a major influence in such as fuel costs, lubricant costs, grease costs, and maintenance costs of excavating-unloading tools that can save the investment cost for Rp 781.680.947,25, and the cost that influences for the saving cost of the transport tool cost is fuel cost, lubricant cost, tire replacement cost and repair tool with savings of Rp 3.624.653.781,19 and cost saving related to haul distance is Rp 1.520,36 / BCM / Km.

Keywords: Age of the Tools, Productivity, Operating Cost, Present Worth Cost (PWC)

Abstrak : PT Trubaindo Coal Mining adalah sebuah perusahaan pertambangan batubara yang berlokasi di Kecamatan Muara Lawa, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penelitian berada di Pit 3000 *block 30 South Block 2*. Proses pengupasan material *overburden* di PT Trubaindo Coal Mining menggunakan Excavator Komatsu PC 1250 dan Dumptruck Komatsu HD 785, dimana umur dari setiap alat-alat tersebut telah mencapai 6 tahun masa pakai dan tergolong cukup tua sehingga mengakibatkan menurunnya kinerja mesin. Hasil perhitungan produktivitas alat diperoleh produksi alat gali-muat saat ini adalah 2.496.907,61 BCM/tahun dan alat gali-muat baru sebesar 2.991.466,40 BCM/tahun. Sedangkan produksi alat angkut saat ini adalah 7.439.116,15 BCM/tahun dan alat angkut baru adalah 8.970.150,10 BCM/tahun. Untuk perhitungan ekonomis diperoleh biaya operasi alat gali-muat saat ini adalah Rp 6.654.083.795,09 /tahun dan alat gali-muat baru adalah Rp 5.367.679.178 /tahun, serta untuk alat angkut saat ini ialah Rp 10.020.041.786,76 /tahun dan alat angkut baru adalah Rp 8.190.848.920,82 /tahun. Sedangkan *Present Worth Cost* (PWC) alat gali-muat saat ini adalah Rp 42.976.983.927,15 /tahun dan untuk alat gali-muat baru ialah Rp 42.195.302.979,90 /tahun, serta alat angkut saat ini adalah Rp 64.787.633.156,29 /tahun dan untuk alat angkut baru ialah Rp 61.162.979.375,11 / tahun. Berdasarkan kajian teknis dan ekonomis tersebut, dengan menggunakan alat baru maka biaya yang memiliki pengaruh besar seperti biaya bahan bakar, biaya minyak pelumas, biaya *grease*, dan biaya perawatan alat yang dapat menghemat biaya investasi alat gali-muat sebesar Rp 781.680.947,25, sedangkan biaya yang berpengaruh pada penghematan alat angkut adalah biaya bahan bakar, biaya minyak pelumas, biaya penggantian ban dan reparasi alat dengan penghematan sebesar Rp 3.624.653.781,19 dan penghematan biaya terkait jarak angkut adalah Rp 1.520,36 /BCM/Km.

Kata Kunci : Umur Alat, Produktivitas, Biaya Operasi, Present Worth Cost (PWC)

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Pada kegiatan penambangan, keberadaan alat mekanis sangat dibutuhkan dalam menunjang keberhasilan penambangan di samping meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Meskipun demikian, dalam penggunaannya perlu dilakukan secara cermat dan tetap memperhatikan waktu penggunaan dari alat mekanis tersebut sehingga tidak melebihi batas pemakaian. Jika penggunaan alat mekanis telah mencapai batas pemakaian, maka akan terjadi penurunan performa dari alat dan semakin riskan mengalami kerusakan dalam jangka waktu yang panjang. Kondisi ini sangat berdampak pada berlangsungnya kegiatan penambangan, sehingga salah satu upaya yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan penggantian terhadap alat-alat tersebut apabila masa pakainya telah habis agar kegiatan penambangan dapat terus berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan.

Dalam menentukan suatu peralatan harus diganti atau tidak, maka perlu dilakukan kajian terlebih dahulu tidak hanya dari segi teknis melainkan ekonomisnya juga, sehingga perlu dilakukan kajian secara teknis salah satunya meliputi produksi alat dan secara ekonomis yang mencakup biaya operasional dan nilai *Present Worth Cost* (PWC) alat-alat tersebut.

Tujuan Penelitian

Mengetahui produksi alat gali-muat dan alat angkut saat ini dengan alat baru.

Mengetahui biaya operasi (*Operating Cost*) alat gali-muat dan alat angkut saat ini dengan alat baru.

Mengetahui perbandingan *Present Worth Cost* (PWC) antara alat gali-muat dan angkut saat ini dengan baru dan biaya yang berpengaruh terhadap penghematan.

B. Landasan Teori

Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

Untuk memperkirakan produksi alat berat secara teliti perlu dipelajari faktor-faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi hasil kerja alat, meliputi :

1. Rimpull

Rimpull adalah besarnya kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin atau ban penggerak yang menyentuh permukaan jalur jalan dari suatu kendaraan.

Tahanan Gulir/Tahanan Gelinding (*Rolling Resistance*)

Tahanan gulir merupakan gaya-gaya luar yang berlawanan arah dengan arah gerak kendaraan yang sedang berjalan di atas suatu jalur.

Tahanan Kemiringan (*Grade Resistance*)

Tahanan kemiringan adalah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilalui.

Percepatan (*Acceleration*)

Percepatan adalah waktu yang diperlukan untuk mempercepat kendaraan dengan memakai kelebihan *rimpull* yang tidak digunakan untuk menggerakkan kendaraan pada jalur tertentu.

Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar merupakan waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan.

$$C_m = A_m + B_m + C_m + D_m \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

C_m = Waktu edar alat gali-muat, (detik)

A_m = Waktu gali, (detik)

B_m = Waktu ayunan isi, (detik)

C_m = Waktu muat, (detik)

D_m = Waktu ayunan kosong, (detik)

Sedangkan waktu edar alat angkut adalah sebagai berikut :

$$C_a = FT + Ta_m + Ta_k \dots\dots\dots (2)$$

$$FT = T_L + (Tg + a) + (Tb \times nb) + Td \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

C_a = Waktu edar alat angkut.

FT = Waktu tetap.

Ta_m = Waktu angkut isian.

Ta_k = Waktu angkut kosongan.

T_L = Waktu pengisian material.

Tg = Waktu ganti gigi.

a = Akselerasi.

Tb = Waktu berbelok.

nb = Jumlah belokan.

Td = Waktu menumpahkan material.

1. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap suatu pelaksanaan pekerjaan yang merupakan presentasi perbandingan antara waktu kerja efektif dengan waktu kerja produktif (waktu untuk produksi). Untuk mendapatkan efisiensi kerja dapat menggunakan rumus berikut :

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

$$W_e = W_p - W_h \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

E = Efisiensi Kerja (%).

W_e = Waktu kerja efektif (menit).

W_p = Waktu kerja produktif (menit).

W_h = Waktu hambatan, (menit).

Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-benar dipergunakan untuk berproduksi.

Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata material yang masuk ke dalam mangkuk dengan kapasitas teoritis dari alat muat tersebut yang dinyatakan dalam persen. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$FF = \frac{V_n}{V_t} \times 100 \% \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

FF = Faktor Isian (%).

V_n = Volume nyata (LCM).

V_t = Volume teoritis (LCM).

Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan adalah perunahan berupa penambahan atau pengurangan volume material (tanah) yang digannggu dari bentuk aslinya. Faktor pengembangan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SF = \frac{\rho_l}{\rho_i} \times 100 \% \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

SF = *Swell Factor* (%).

ρ_l = *Density loose* (ton/LCM).

ρ_i = *Density insitu* (ton/BCM).

a. Perhitungan Produktivitas Alat Gali-Muat

Untuk menghitung produktivitas alat dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Pi = \frac{(E \times 3600) \times H \times FF \times SF}{C} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

Pi = Produktivitas alat (BCM/jam/unit).

E = Efisiensi kerja alat (%).

H = Kapasitas muat alat (LCM).

FF = *Fill factor* alat (%).

SF = *Swell factor* alat (%).

C = *Cycle time* alat (detik).

Biaya Operasi (*Operating Cost*)

Biaya operasi adalah biaya yang dikeluarkan selama alat tersebut digunakan.

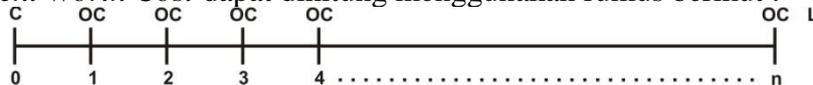
Biaya operasi terdiri dari :

1. Biaya bahan bakar
2. Biaya minyak pelumas
3. Biaya penggantian ban
4. Biaya reparasi ban
5. Biaya perawatan
6. Upah operator

7. Present Worth Cost (PWC)

Present Worth Cost ialah perencanaan investasi suatu proyek pada tahun awal (present) untuk suatu jangka waktu tertentu berdasarkan biaya yang dibutuhkan, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dibutuhkan pada saat ini.

Present Worth Cost dapat dihitung menggunakan rumus berikut :



Maka :

$$PWC = C + OC_1 (P/F_{i,n}) + OC_2 (P/F_{i,n}) + \dots + (OC_n - L) (P/F_{i,n}) \dots (9)$$

Keterangan :

I = Tingkat suku bunga (%)

N = Periode/jangka waktu (tahun)

C = Biaya kapital (investasi awal)

OC = Biaya operasi (*operating cost*)

L = Nilai sisa.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Efisiensi Kerja

Berdasarkan data hasil perhitungan, didapatkan efisiensi kerja alat adalah sebagai berikut (Tabel. 1) :

Tabel 1.

Efisiensi Kerja Alat

Keterangan Waktu	Simbol	Alat Gali-Muat		Alat Angkut	
		Saat Ini	Baru	Saat Ini	Baru
Kerja Produktif (menit)	Wp	405,00	405,00	405,00	405,00
Hambatan Dapat Dihindari (menit)	Whd	33,65	33,65	36,57	36,57
Hambatan Tidak Dapat Dihindari (menit)	Wtd	113,54	81,10	105,51	79,94
Kerja Efektif (menit)	We	257,81	290,25	262,92	288,48
Efisiensi Kerja Alat	E	63,66%	71,67%	64,92%	71,23%

Waktu Edar

Berdasarkan data hasil perhitungan, didapatkan waktu edar alat (Tabel.2) adalah :

Tabel 2. Waktu Edar

Alat Gali-Muat			Alat Angkut		
Jenis Kegiatan	Alat Lama	Alat Baru	Jenis Kegiatan	Saat Ini	Baru
Gali	9,81	Standard Cycle Time	Manuver isi	0,25	-
			Muat isi	3,84	3,30
Ayunan Isi	5,36		Angkut Isi	4,07	3,08
			Manuver tumpah	0,46	-
Muat	3,60		Tumpah	0,46	0,46
			Angkut Kosong	1,73	1,65
Ayunan kosong	4,64		Belok	-	0,35
			Ganti gigi & Akselerasi	-	1,00
Total (detik)	23,41	22	Total (menit)	10,82	9,84

a. Jumlah Pengisian

Perhitungan jumlah pengisian dilakukan dengan cara mengamati berapa banyak jumlah pemuatan material oleh alat gali-muat untuk memenuhi satu bak *dump truck*, sampel data yang diambil adalah sebanyak 30 data sehingga didapat rata-rata jumlah pemuatan nya adalah sebanyak 9,02 kali, yang jika dibulatkan secara matematis maka jumlah pemuatannya adalah 9 kali pemuatan.

b. Faktor Pengisian

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diperoleh volume muatan sebenarnya adalah 4,19 LCM, sedangkan volume teoritis berdasarkan spesifikasi alat adalah 6,70 LCM, sehingga faktor pengisian mangkuk (*bucket*) rata-rata alat gali-muat adalah 62,50 %.

c. Faktor Pengembangan

Faktor pengembangan material mengacu pada tabel hasil pengujian Laboratorium PT Trubaindo Coal Mining (Tabel. 4), dimana dengan menentukan jenis material di lokasi pengamatan terlebih dahulu, dimana diasumsikan jenis material adalah lempung kering (*clay dry*) yang memiliki nilai dari *density loose* 1,48 Ton/LCM dan *density insitu* 1,84 Ton/BCM, sehingga didapatkan faktor pengembangan adalah 0,8043 BCM/LCM.

Tabel 3. *Density* Hasil Uji Laboratorium PT Trubaindo Coal Mining

Jenis Material	<i>Density Insitu</i>	<i>Density Loose</i>	<i>Swell Factor</i>
<i>Clay Natural bed</i>	2,02 Ton/BCM	1,66 Ton/LCM	0,82 BCM/LCM
<i>Clay dry</i>	1,84 Ton/BCM	1,48 Ton/LCM	0,80 BCM/LCM
<i>Clay wet</i>	2,09 Ton/BCM	1,66 Ton/LCM	0,80 BCM/LCM
<i>Clay and Gravel dry</i>	1,66 Ton/BCM	1,42 Ton/LCM	0,86 BCM/LCM
<i>Clay and Gravel wet</i>	1,84 Ton/BCM	1,54 Ton/LCM	0,84 BCM/LCM
<i>Coal Bituminous Ash (max)</i>	0,89 Ton/BCM	0,65 Ton/LCM	0,73 BCM/LCM
<i>Coal Bituminous Ash (min)</i>	0,59 Ton/BCM	0,53 Ton/LCM	0,90 BCM/LCM
<i>Coal Raw Anthracite</i>	1,60 Ton/BCM	1,19 Ton/LCM	0,74 BCM/LCM
<i>Coal Raw Bituminous</i>	1,30 Ton/BCM	0,94 Ton/LCM	0,72 BCM/LCM
<i>Coal Washed Anthracite</i>	1,10 Ton/BCM	1,10 Ton/LCM	1,00 BCM/LCM
<i>Coal Washed Bituminous</i>	0,83 Ton/BCM	0,83 Ton/LCM	1,00 BCM/LCM

Sumber : PT Trubaindo Coal Mining

d. Produktivitas alat

Setelah mendapatkan parameter produktivitas, maka dapat dihitung produktivitas alat gali-muat saat ini dan baru serta alat angkut saat ini dan baru menggunakan Persamaan (8). Hasil perhitungan yang didapatkan adalah sebagai berikut (Tabel. 4) :

Tabel 4. Produktivitas Alat

No	Parameter	Satuan	Alat Gali-Muat (1 unit)		Alat Angkut (3 unit)	
			Alat Saat Ini	Alat Baru	Alat Saat Ini	Alat Baru
1	Efisiensi Kerja (Em)	%	63,66	71,67	64,92	71,23
2	Bucket Capacity (Hm)	LCM	6,70	6,70	6,70	6,70
3	Swell Factor (SF)	BCM/LCM	0,8043	0,8043	0,8043	0,8043
4	Fill Factor (FF)	%	62,50%	62,50%	62,50%	62,50%
5	Cycle Time (Cm)	Detik	23,41	22,00	10,82	9,84
6	Produktivitas (Pi)	BCM/jam/unit	329,70	394,98	727,57	877,31
7	Produksi (P)	BCM/jam	329,70	394,98	727,57	877,31
		BCM/shift	2.280,41	2.731,93	5.032,38	6.068,09

e. Biaya Operasi

Biaya operasi alat gali-muat maupun alat angkut berdasarkan hasil perhitungan di dapatkan sebagai berikut (Tabel 5) :

Tabel 5. Biaya Operasi Alat

No	Keterangan	Alat Gali-Muat		Alat Angkut		
		Saat Ini	Baru	Lama	Baru	
1	Bahan bakar	703.031	558.193	790.993	633.798	
2	Minyak Pelumas	Crank case	56.745	33.562	82.028	63.187
		Swing drive	200	123	-	-
		Hydraulic	2.905	1.830	-	-
3	Grease	6.091	4.928	-	-	
4	Upah operator	8.032	8.032	24.096	24.096	
5	Penggantian Ban	-	-	192.771	160.000	
5	Reparasi Ban	-	-	192.771	160.000	
5	Perawatan	Oil Filter	858	429	700	700
		Fuel Filter	380	190	320	320
		Air Filter	280	280	-	-
6	Spare Part lain	33.350	33.350	39.317	39.317	
7	Biaya Bucket	66.699	66.699	-	-	
Total Biaya	Rp / Jam	878.572	707.615	1.322.996	1.081.419	
	Rp / Tahun	6.654.083.795,09	5.359.301.580,04	10.020.041.786,76	8.190.394.495,82	

f. Present Worth Cost (PWC)

Metode perhitungan Present Worth Cost (PWC) adalah metode untuk menghitung nilai biaya pada saat ini, di mana prosedur perhitungannya yaitu dengan cara memplot biaya operasi alat pada diagram waktu, di mana diagram waktu tersebut adalah perbandingan biaya operasi terhadap waktu (periode), dan untuk biaya operasi setiap periodenya itu berbeda-beda karena biaya operasi setiap tahunnya pasti akan naik sesuai dengan tingkat kenaikan harga komoditas di pasaran atau inflasi. Berdasarkan hasil perhitungan (Tabel. 6), nilai PWC baik pada alat gali-muat baru maupun alat angkut baru lebih kecil dibandingkan dengan alat gali-muat saat ini dan alat angkut saat ini.

Tabel 6. Biaya Operasi Alat

Tahun	P/F	Biaya Alat Gali-Muat (Rp / Tahun)		Biaya Alat Angkut (Rp / Tahun)	
		Alat Saat Ini	Alat Baru	Alat Saat Ini	Alat Baru
1	0,8929	5.941.431.420,64	12.785.320.360,82	8.946.895.311,40	16.106.405.652,32
2	0,7972	5.505.681.290,74	4.423.252.182,86	8.290.721.652,55	6.759.869.694,04
3	0,7118	5.102.197.589,29	4.088.825.798,62	7.683.136.345,04	6.248.779.960,46
4	0,6355	4.727.922.580,67	3.779.395.950,39	7.119.534.902,43	5.775.891.378,25
5	0,5674	4.381.266.238,06	3.493.513.163,20	6.597.522.985,32	5.338.988.775,97
6	0,5066	4.060.046.530,40	3.229.270.698,81	6.113.814.785,57	4.935.158.166,04
7	0,4523	3.762.252.375,71	2.984.915.686,16	5.665.381.918,51	4.561.720.709,55
8	0,4039	3.486.990.004,62	2.759.596.260,16	5.250.878.502,92	4.217.374.537,02
9	0,3606	3.231.157.171,18	2.550.724.954,04	4.865.633.026,55	3.898.165.332,16
10	0,322	2.778.038.725,85	2.100.487.924,84	4.254.113.726,02	3.320.625.169,30
PWC		42.976.983.927,15	42.195.302.979,90	64.787.633.156,29	61.162.979.375,11

Berikut ini (Tabel.7 dan Tabel.8) merupakan rekapitulasi data perbandingan secara teknis dan ekonomis :

Tabel 7. Perbandingan Teknis dan Ekonomis Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat Excavator Komatsu PC1250				
Parameter	Simbol	Nilai		Satuan
		Alat Saat Ini	Alat Baru	
Efisiensi Kerja	Em	63,66	71,67	%
Jumlah Alat	nm	1	1	Unit
Produktivitas	Pim	2.496.907,61	2.991.466,40	BCM/tahun/unit
Produksi	Pm	2.496.907,61	2.991.466,40	BCM/tahun
Present Worth Cost	PWCm	42.976.983.927,15	42.195.302.979,90	Rp/tahun
		17.212,08	14.105,22	Rp/BCM
		1,29	1,06	USD/BCM
Penghematan (Saving)	Sm	781.680.947,25		Rp/tahun
		3.106,86		Rp/BCM

Tabel 8. Perbandingan Teknis dan Ekonomis Alat Angkut

Alat Angkut Komatsu HD785				
Parameter	Simbol	Nilai		Satuan
		Alat Saat Ini	Alat Baru	
Efisiensi Kerja	Ea	64,92	71,23	%
Jumlah Alat	na	3	3	Unit
Produktivitas	Pia	2.479.705,38	2.990.050,03	BCM/tahun/unit
Produksi	Pa	7.439.116,15	8.970.150,10	BCM/tahun
Present Worth Cost	PWCa	64.787.633.156,29	61.162.979.375,11	Rp/tahun
		8.709,05	6.818,50	Rp/BCM
		7.004,95	5.484,33	Rp/BCM/Km
		0,53	0,41	USD/BCM/Km
Penghematan (Saving)	Sa	3.624.653.781,19		Rp/tahun
		1.890,55		Rp/BCM
		1.520,63		Rp/BCM/Km

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Produksi alat gali-muat yang digunakan saat ini adalah sebesar 2.496.907,61 BCM/tahun, produksi alat gali-muat baru sebesar 2.991.466,40 BCM/tahun. Sedangkan produksi alat angkut yang digunakan saat ini adalah sebesar 7.439.116,15 BCM/tahun, lalu produksi alat angkut baru sebesar 8.970.150,10 BCM/tahun.
2. Biaya operasi alat gali-muat yang digunakan saat ini adalah sebesar Rp 6.654.083.795,09/ tahun, dan alat baru yaitu Rp 5.359.301.580,04 / tahun dengan kenaikan biaya operasi setiap tahunnya sebesar 3,53% (berdasarkan tingkat inflasi). Sedangkan biaya operasi untuk alat angkut yang digunakan saat ini yaitu sebesar Rp 10.020.041.786,76/ tahun dan untuk alat baru sebesar Rp 8.190.848.920,82/ tahun.
3. Present Worth Cost (PWC) alat gali-muat saat ini sebesar Rp 42.976.983.927,15/ tahun dan untuk alat gali-muat baru ialah sebesar Rp 42.195.302.979,90/ tahun. Sedangkan PWC alat angkut saat ini yaitu sebesar Rp 64.787.633.156,29/ tahun dan untuk alat angkut baru yaitu sebesar Rp 61.162.979.375,11/ tahun. Selain itu, biaya yang memiliki pengaruh besar adalah biaya bahan bakar, biaya minyak pelumas, biaya grease, dan biaya perawatan alat yang dapat menghemat biaya investasi alat gali-muat sebesar Rp 781.680.947,25, sedangkan biaya yang berpengaruh pada penghematan alat angkut adalah biaya bahan bakar, biaya

minyak pelumas, biaya penggantian ban dan reparasi alat dengan penghematan sebesar Rp 3.624.653.781,19 dan penghematan biaya terkait jarak angkut adalah Rp 1.520,36 /BCM/Km.

Daftar Pustaka

- Andi Tenrisukki Tenriajeng, 1987, "*Pemindahan Tanah Mekanis*". Penerbit Gunadarma.
- Anonim, 2009, "*Specifications & Application Handbook Edition 30*", Komatsu.
- Anonim, 1997, "*Soil Mechanics and Foundation Engineering*", Journal American Society, Newyork.
- Arif, Irwandi, 2008, "*Analisis Investasi Tambang*", Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Bangun, Filianti Teta Ateta, 2009, "*Pengembangan Tanah Mekanik dan Alat Berat*", Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Bemmelen, R. V., 1949, "*The Geology of Indonesia*", Netherland: Martynus Nyhoff.
- EP. Pfleider, 1972, "*Surface Mining*", 1st Edition", The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., New York, USA.
- Indonesianto, Yanto, 2006, "*Pemindahan Tanah Mekanis*", Jurusan Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta", Yogyakarta.
- Pradjosumarto, Partanto, 1993, "*Pemindahan Tanah Mekanis*", Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Rose, R and Hartono. P, 1978, "*Geological evolution of the Tertiary Kutei - Melawi Basin*", Kalimantan, Indonesia.
- Samuel, L., dan Muchsin, S., 1975, "*Stratigraphy and Sedimentation in The Kutai Basin, Kalimantan*", Proceeding IPA Fourth Annual Convention, June 1975.
- Supriatna, S., Sukardi & Rustandi E., 1995, "*Peta Geologi Lembar Longiram, Kalimantan*", Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.
- Stermole, Franklin J, 1996, "*Economic Evaluation and Investment Decision Methods*", Invesment Evaluation corporation 2000 Golden drive, Colorado.
- Wentworth, C.K. 1922. "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments". Journal of Geology.