

# Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedes Actroz 4043 Pada Pengupasan *Overburden* PT. Caritas Energi Indonesia *Jobsite* KBB, Sarolangun

Eric Sandeir<sup>1\*</sup>, and Heri Prabowo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

[\\*Sandeir25@gmail.com](mailto:Sandeir25@gmail.com)

**Abstract.** Based on field observation on *overburden* removal at PT. Caritas Energi Indonesia, found that the production activity of *overburden* removal has not been optimal. This caused by the inconsistency between loading and transporting equipment, inefficiency of equipment and match factor which do not match, which is evident from the presence of equipment waiting in the field. The total production of actual loading equipment was 168.653,5 BCM/month, and hauling equipments was 103.530,2 BCM/month, this results in not achieving the planned *overburden* production target. After the analysis has obtained the cause of low production is due to the low efficiency of work and the lack of hauling equipment used. By increasing work efficiency and adding hauling equipment, total loading equipment is 185.630,4 BCM/month and hauling equipments are 177.781,7 BCM/month. The number of production increases but has not reached production targets due to high rainfall in March, the company spends a lot of time waiting for rain and slippery. This will have an impact on the increase of unavoidable standby time. From the calculation results obtained the amount of production costs of loading and hauling equipments for *overburden* removal before analyzed is Rp.1.095.056.103,11 /month or Rp.10.577,17/BCM, and after analyzed the amount of production cost become Rp.1.552.132.079,73/ month or Rp.8.730,55/BCM. And based on the calculation of BESR obtained SR economic value is 3,91.

**Keywords:** *Overburden*, Work Efficiency, Match Factor, Production Cost, BESR.

## 1. Pendahuluan

Pada bulan Febuari tahun 2018 PT. Caritas Energi Indonesia menerapkan target produksi *overburden* sebesar 237.000 BCM, sedangkan realisasi yang dicapai hanya 180.099 BCM. Pada Maret 2018 target produksi diturunkan menjadi 230.000 BCM, karena melihat produksi bulan lalu yang tidak tercapai. Ternyata realisasi pada bulan maret produksi *overburden* menurun separuh dari target produksi menjadi 109.840 BCM. Hal ini disebabkan karena pada bulan Maret alat angkut *overburden* banyak mengalami kerusakan sehingga harus di perbaiki di *workshop*.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada pengupasan *overburden* di Pit 4, PT. Caritas Energi Indonesia di dapatkan bahwa kegiatan operasi produksi pengupasan *overburden* belum mencapai target. Hal ini disebabkan oleh ketidakselarasan antara alat gali muat

dan alat angkut, adanya peralatan yang bekerja tidak efisien serta faktor keserasian yang tidak serasi, hal ini juga berdampak pada pengeluaran biaya dalam pengupasan *overburden* yang relatif besar.

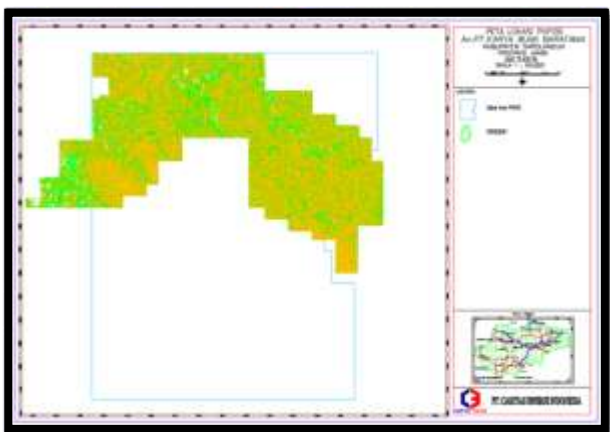
Pentingnya evaluasi kebutuhan dan estimasi biaya operasi (*operating cost*), biaya kepemilikan (*owning cost*) alat angkut dan alat muat terhadap efisiensi produksi. Tentu berkaitan dengan biaya penambangan (*mining cost*) yang harus dikeluarkan oleh perusahaan serta target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan. Hubungan antara sasaran produksi dengan produksi alat akan menentukan efisiensi biaya operasi (*operating cost*) dan biaya kepemilikan (*owning cost*) sehingga efisiensi kerja dan efisiensi penggunaan alat muat dan alat angkut yang harus dipakai guna memenuhi target tersebut.

Adapun upaya untuk meningkatkan hasil produksi adalah dengan cara melakukan evaluasi terhadap kinerja

dari alat muat dan alat angkut. Kondisi dari alat tersebut harus selalu dalam keadaan baik sebab jika sering mengalami kerusakan tentu akan memberikan waktu hambatan yang lebih banyak. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan dan perawatan terhadap alat untuk meningkatkan efisiensi alat sehingga target produksi dapat dicapai.

## 2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan PT. Caritas Energi Indonesia *job site* KBB di kelurahan Sarkam, Kecamatan Sarolangun, Kabupaten sarolangun, Provinsi Jambi. Untuk menuju area tersebut akses yang ditempuh melalui jalan lintas sarolangun-jambi dengan waktu tempuh  $\pm 20 - 30$  menit atau berkisar 16 Km. Secara geografis berada di  $02^{\circ} 16' 28.0''$ LS sampai dengan  $02^{\circ} 18' 28.0''$  LS dan garis bujur  $102^{\circ} 44' 20.0''$  BT sampai dengan  $102^{\circ} 49' 15.0''$  BT.



Gambar 1. Peta IUP PT. Caritas Energi Indonesia.

## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 5 Maret 2018 – 6 April 2018. Lokasi penelitian ini terletak di kelurahan Sarkam, Kecamatan Sarolangun, Kabupaten sarolangun, Provinsi Jambi.

### 3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis data yang diperoleh maka jenis penelitian menggunakan penelitian kuantitatif. Penelitian ini juga terarah ke penelitian terapan (*applied research*).

Penelitian terapan lebih menekankan pada penerapan ilmu, aplikasi ilmu, ataupun penggunaan ilmu untuk keperluan tertentu. Penelitian terapan merupakan suatu kegiatan yang sistematis dan logis dalam rangka menemukan sesuatu yang baru atau aplikasi baru dari penelitian yang telah pernah dilakukan selama ini<sup>[1]</sup>.

### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur yaitu mencari bahan-bahan pustaka yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian<sup>[2]</sup>.

Selanjutnya orientasi lapangan dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan dan untuk mengamati langsung kondisi daerah yang akan dilakukan penelitian serta dapat mengangkat permasalahan yang ada untuk dijadikan topik dalam suatu penelitian<sup>[3]</sup>.

Kemudian pengambilan data lapangan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa jumlah alat mekanis, waktu edar alat muat dan alat angkut dan waktu kerja di lapangan, pola pengupasan lapisan dan cara pemuatan tanah penutup serta target produksi. Data sekunder berupa peta topografi, data geologi regional, data litologi, curah hujan, daftar harga alat, spesifikasi alat, dan data *owning* dan *operating cost*.

### 3.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan sehingga didapat pendekatan penyelesaian masalah<sup>[4]</sup>. Teknis analisis data yang dilakukan:

#### 1. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan setelah studi literatur dan penelitian langsung di lapangan selesai dilaksanakan<sup>[5]</sup>. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Dilakukan dengan cara: Melakukan pengamatan, mencari faktor penyebab masalah, tindakan perbaikan, dan evaluasi hasil

#### 2. Akuisisi data

Akuisisi data dapat dilakukan dengan cara: Pengelompokan data dan Jumlah data<sup>[6]</sup>.

#### 3. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran. Selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel-tabel atau rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada<sup>[7]</sup>.

#### 4. Analisis hasil pengolahan data

Dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif guna memperoleh kesimpulan sementara. Selanjutnya kesimpulan sementara ini akan diolah lebih lanjut dalam bagian pembahasan<sup>[8]</sup>.

#### 5. Kesimpulan

Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Untuk memperoleh efektivitas dan produktivitas alat muat dan alat angkut maka harus diperhatikan terlebih dahulu harus diperhatikan terlebih dahulu komponen yang berhubungan seperti jam kerja, jumlah alat yang bekerja dan lain-lain.

#### 4.1. Jam Kerja Kegiatan Penambangan

Jam kerja efektif adalah waktu kerja yang sesungguhnya yang digunakan pada operasi penambangan, adapun jam kerja kegiatan penambangan pada PT. Caritas Energi Indonesia adalah 9 jam setiap shift dan PT. Caritas Energi Indonesia bekerja 2 shift sehari, sehingga jam kerja perhari adalah 18 jam perhari, sedangkan untuk jam kerja bulan maret adalah  $18 \times 31 = 558$  jam dikurang 5 jam karena hari jum'at ada 5 kali pada bulan maret. Jadi, jam kerja pada bulan maret adalah 553 jam. Untuk distribusi waktu kerja perhari dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Waktu kerja kegiatan penambangan

Shift	Waktu (WIB)	Rentang Waktu (Jam)	Keterangan
Shift I	07.00-12.00	5	Kerja
	12.00-13.00	1	Istirahat
	13.00-17.00	4	Kerja
	17.00-19.00	2	Pergantian Shift
Shift II	19.00-00.00	5	Kerja
	00.00-01.00	1	Istirahat
	01.00-05.00	4	Kerja
	05.00-07.00	2	Pergantian Shift

#### 4.2. Jenis dan Peralatan yang Digunakan

Kegiatan operasi penambangan PT. Caritas Energi Indonesia menggunakan peralatan yaitu 2 jenis *excavator* yang digunakan untuk kegiatan penggalian dan pemuatan *overburden* yaitu kobelco 380 dan hitachi 350 masing-masing 1 unit dengan 3 unit *dump truk* yang digunakan untuk kegiatan pengangkutan *overburden* yaitu Scania P360 dan 3 unit *dump truck* Mercedes Actroz 4043. Dengan pasangan 1 unit *excavator* kobelco 380 dengan 3 unit *dump truk* Scania P360 dan 1 unit *excavator* hitachi 350 dengan 3 unit *dump truck* Mercedes Actroz 4043. Untuk peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Jumlah peralatan utama yang bekerja pada operasi pengupasan *overburden*

No.	Jenis Alat	Jumlah Alat yang Bekerja
1	Excavator Kobelco 380	1 unit
2	Excavator Hitachi 350	1 unit
3	Dump Truck Scania	3 unit
4	Dump Truck Mercedes	3 unit

#### 4.3. Waktu Standby, Waktu Repair dan Waktu Kerja Efektif

Waktu *standby* dan waktu *repair* alat adalah waktu kerja terpakai karena alat *standby* dan *repair*. Sedangkan waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-benar digunakan alat untuk memproduksi sampai akhir operasi yaitu selisih antara jam kerja dengan jam kerja yang hilang. Untuk melihat distribusi waktu kerja dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 3.** Waktu *standby*, waktu *repair* dan waktu kerja efektif alat muat secara aktual

Distribusi Waktu	Waktu (menit/hari)	
	Hitachi 350	Kobelco 380
Total Jam Kerja/Hari (Menit)	1440	1440
<b>Total Jam Kerja/Bulan (Jam)</b>	<b>744</b>	<b>744</b>
Standby Time	Terlambat masuk kerja	50
	Berhenti Sebelum waktu istirahat	20
	Terlambat setelah istirahat	10
	Berhenti sebelum waktu pulang	30
	P5M & P2H	30
	safety talk	8,57
	pengisian bahan bakar	20
	Berangkat ke permukaan kerja	20
	hujan dan <i>slippery</i>	159,581
	sholat Jum'at	8,57
	istirahat	120
	pergantian shift	240
	Total Jam Standby/Hari (Menit)	716,724
<b>Total Jam Standby/Bulan (Jam)</b>	<b>370,307</b>	
Total Jam Repair/Hari (Menit)	44,839	
<b>Total Jam Repair/Bulan (Jam)</b>	<b>23,167</b>	
Total Jam Efektif/Hari (Menit)	678,438	
<b>Waktu Kerja Efektif/Bulan (Jam)</b>	<b>350,526</b>	

**Tabel 4.** Waktu *standby*, waktu *repair* dan waktu kerja efektif alat angkut secara aktual

Distribusi Waktu	Waktu (menit/hari)	
	Scania	Mercedez
Total Jam Kerja/Hari (Menit)	1440	1440
<b>Total Jam Kerja/Bulan (Jam)</b>	<b>744</b>	<b>744</b>
Standby Time	Terlambat masuk kerja	50
	Berhenti Sebelum waktu istirahat	30
	Terlambat setelah istirahat	12
	Berhenti sebelum waktu pulang	40
	P5M & P2H	30
	safety talk	8,57
	pengisian bahan bakar	20
	Berangkat ke permukaan kerja	16
	hujan dan <i>slippery</i>	159,581
	sholat Jum'at	8,57
	istirahat	120
	pergantian shift	240
	Total Jam Standby/Hari (Menit)	734,724
<b>Total Jam Standby/Bulan (Jam)</b>	<b>379,607</b>	
Total Jam Repair/Hari (Menit)	88,441	
<b>Total Jam Repair/Bulan (Jam)</b>	<b>45,694</b>	
Total Jam Efektif/Hari (Menit)	616,836	
<b>Waktu Kerja Efektif/Bulan (Jam)</b>	<b>318,698</b>	

#### 4.4. Waktu Edar Peralatan (Cycle Time)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menyelesaikan sekali putaran kerja, dari mulai kerja sampai dengan selesai dan bersiap-siap memulainya kembali. Adapun waktu edar peralatan dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

**Tabel 5.** Waktu edar *excavator* kobelco 380

Gali (detik)	Swing isi (detik)	Tumpah (detik)	Swing kosong (detik)	Cycle Time (detik)
8,0433	5,22667	4,50667	5,6133	23,39

**Tabel 6.** Waktu edar *excavator* hitachi 350

Gali (detik)	Swing isi (detik)	Tumpah (detik)	Swing kosong (detik)	Cycle Time (detik)
8,163	4,13	3,1733	3,98	19,4467

**Tabel 7.** Waktu edar *dump truck* scania P360

Manuver isi (detik)	Muat (detik)	Angkut (detik)	Manuver Dumping (detik)	Dumping (detik)	Kembali (detik)	Cycle Time (detik)
34,59	112,19	180,58	33,04	69,24	167,65	597,29



**Tabel 8.** Waktu edar *dump truck* mercedez 4043

Manuver isi (detik)	Muat (detik)	Angkut (detik)	Manuver Dumping (detik)	Dumping (detik)	Kembali (detik)	Cycle Time (detik)
25,53	121,48	158,81	28,74	67,64	150,24	552,43

#### 4.5. Perhitungan Efisiensi Kerja Alat Angkut dan Alat Muat Secara Aktual

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kerja ini akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Faktor manusia, mesin (alat), keadaan cuaca dan kondisi kerja secara keseluruhan akan menentukan besarnya efisiensi kerja. Adapun persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja.

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100 \% \quad (1)$$

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100 \% \quad (2)$$

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100 \% \quad (3)$$

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100 \% \quad (4)$$

Keterangan:

- W = *Working Hours* atau jumlah kerja alat
- R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan
- S = Jumlah Jam *Standby*

MA (*Mechanical Availability*) merupakan tingkat kesediaan alat untuk melakukan kegiatan produksi dengan memperhitungkan kehilangan waktu karena alasan mekanis, PA (*Physical Availability*) merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan, UA (*Use of Availability*) merupakan tingkat daya guna alat untuk kegiatan produksi dan EU (*Effective Utilization*) yaitu menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif atau sama dengan efisiensi kerja<sup>[9]</sup>.

Berdasarkan perhitungan dapat dilihat efektivitas alat muat dan alat angkut pada Tabel 9 dijelaskan rekapitulasi hasil perhitungan efektivitas alat muat dan alat angkut secara aktual.

**Tabel 9.** Rekapitulasi hasil perhitungan efektivitas alat muat dan alat angkut secara aktual

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%	%	%	%
1	<i>Excavator</i> Kobelco 380	100	100	50,23	50,23
2	<i>Excavator</i> Hitachi 350	93,8	96,89	48,63	47,11
3	<i>Dump Truck</i> Scania 360P	87,46	93,86	45,64	42,84
4	<i>Dump Truck</i> Mercedes Actroz 4043	81,19	90,79	43,8	39,77

#### 4.6. Perhitungan Kemampuan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Secara Aktual

Kemampuan produksi alat muat dan alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai<sup>[10]</sup>:

$$Q = \frac{q1 \times k \times 60 \times E}{Cmt} \quad (5)$$

$$Q = \frac{n \times q1 \times k \times 60 \times E}{Cmt} \quad (6)$$

Keterangan:

- Q = Produksi per jam *dump truck* (m<sup>3</sup>/jam)
- n = Jumlah *bucket excavator* untuk mengisi DT
- q1 = Kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)
- k = Faktor pengisian *bucket*
- E = Efisiensi kerja *dump truck*
- Cmt = Waktu siklus *dump truck* (menit)

Berdasarkan hasil pembahasan diatas dapat diperoleh produktivitas alat muat dan alat angkut, dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

**Tabel 10.** Rekapitulasi hasil perhitungan produktivitas alat muat secara aktual

No	Nama Alat	Jumlah Alat (Unit)	Effisiensi Kerja (%)	Produksi Perjam (BCM)	Produksi Perbulan (BCM)	Total Produksi Perbulan (BCM)
1	<i>Excavator</i> Kobelco 380	1	50,23	144,54	79.929,9	168.653,5
2	<i>Excavator</i> Hitachi 350	1	47,1	160,44	88.723,6	

**Tabel 11.** Rekapitulasi hasil perhitungan produktivitas alat angkut secara aktual

No	Nama Alat	Jumlah Alat (Unit)	Effisiensi Kerja (%)	Produksi Perjam (BCM)	Produksi Perbulan (BCM)	Total Produksi Perbulan (BCM)
1	Scania P360	3	42,84	33,79	56.060,9	103.530,2
2	Mercedes Actroz 4043	3	39,77	28,61	47.469,3	

#### 4.7. Faktor Keserasian Alat Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

Faktor keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut dapat ditinjau dari perbandingan unitnya. Untuk menilai keserasian alat muat dan alat angkut dapat digunakan persamaan *Match Factor*<sup>[11]</sup>:

$$MF = \frac{n \times Na \times Cm}{Nm \times Cmt} \quad (7)$$

Keterangan:

- MF = *Match factor* atau faktor keserasian kerja
- Cm = Waktur edar alat muat
- Cmt = Waktu edar alat angkut
- Na = Jumlah alat angkut
- Nm = Jumlah alat muat
- n = Banyak pengisian *bucket* alat gali-muat

Faktor keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut dapat Dari persamaan diatas akan muncul tiga kemungkinan, yaitu:

1. MF < 1, artinya alat gali-muat bekerja kurang dari 100 % sedangkan alat angkut bekerja 100 %. Sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat
2. MF = 1, artinya alat gali-muat dan alat angkut bekerja 100 %.
3. MF > 1, artinya alat muat bekerja 100 %, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100 %. Sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

Berdasarkan perhitungan dapat dilihat *match factor* alat muat dan alat angkut pada Tabel 12 dan 13 dijelaskan hasil perhitungan keserasian antara alat muat dan alat angkut secara aktual.

**Tabel 12.** *Match factor* alat muat dan alat angkut secara aktual pada *fleet 1*

Match Factor Kobelco 380 x Scania P360					
n Angkut	n Muat	Cm	Cmt	n	MF
3	1	23,39	597,29	7	0,82

**Tabel 13.** *Match factor* alat muat dan alat angkut secara aktual pada *fleet 2*

Match Factor Hitachi 350x Mercedes					
n Angkut	n Muat	Cm	Cmt	n	MF
3	1	194,467	552,433	6	0,63

Sehingga didapat  $MF < 1$ , artinya alat gali-muat bekerja kurang dari 100 % sedangkan alat angkut bekerja 100 %. Sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat.

#### 4.8. Perhitungan Biaya Kepemilikan (*owning cost*), Operasional (*operating cost*) dan Biaya Tak Terduga

Biaya produksi merupakan besaran uang yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan suatu hasil yang kita inginkan. Ada 3 komponen utama dalam penghitungan biaya produksi, yakni<sup>[12]</sup>:

##### 4.8.1 *Owning Cost* (biaya kepemilikan)

*Owning cost* atau biaya kepemilikan adalah biaya yang harus dikeluarkan pemilik alat berat tersebut walaupun alat tidak beroperasi tetapi biaya ini tetap harus dibayarkan. Biaya kepemilikan terdiri atas 2 komponen besar, yakni:

###### 1. *Depreciation cost*

Biaya depresiasi adalah penurunan atau penyusutan nilai atau harga dari alat itu sendiri terhadap usia pakainya. Nilai depresiasi dengan metoda ini dapat dihitung besarnya untuk setiap jam dengan cara:

$$Depreciation\ cost = \frac{Net\ Depreciation\ Value}{Depreciation\ period\ (Hrs)} \quad (8)$$

Keterangan:

Net Depreciation Value : Selisih antara harga beli baru dengan harga jual kembali  
 Depreciation Period : Masa pakai efektif dalam jam.

###### 2. *Interest, Insurance and Tax (IIT)*

*Interest* adalah biaya bunga yang harus dibayarkan pemilik terhadap investasi yang ia miliki, terutama bagi pemilik yang membeli unit secara leasing / angsuran.

*Insurance* adalah biaya penjamin terhadap kerusakan alat yang diakibatkan kecelakaan kerja ataupun bencana alam, bergantung dari jenis polis asuransi yang dipilih. *Tax* adalah besaran pajak yang harus dibayarkan terhadap kepemilikan alat berat, besaran biaya pajak diatur dalam undang-undang dan peraturan daerah. Besarnya *Interest, Insurance and Tax* dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$IIT = \frac{Factor \times Delivered\ price \times Annual}{Rates\ Annual\ Use\ In\ Hours} \quad (9)$$

$$Factor = 1 - \frac{(n-1) \times (1-r)}{2n} \quad (10)$$

$$r = Trade\ In\ Value\ Rate = \frac{Machine\ Worth\ In\ Resale\ Time}{Delivered\ Price} \quad (11)$$

Keterangan:

*Delivered price* : Harga alat sampai di lokasi tambang (harga alat + biaya pengiriman)

*Annual rates* : Bunga pinjaman ditambah dengan besaran pajak dalam % yang berlaku.

*Annual use in hours* : Perencanaan waktu pakai alat dalam satu tahun

*n* : Usia pakai alat atau waktu depresiasi

*r* : Perbandingan harga alat saat dijual kembali dengan harga alat baru sampai di *site*.

##### 4.8.2 *Operation Cost* (biaya operasi)

*Operation cost* atau biaya operasi adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna alat berat tersebut saat alat berat tersebut bekerja. Ada 6 hal yang diperhitungkan dalam *operating cost* ini, yakni:

###### 1. Bahan bakar

Biaya bahan bakar merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat, masing-masing jenis alat berat memiliki *fuel consumption* yang berbeda-beda.

$$Ongkos\ bahan\ bakar = Pemakaian\ perjam\ (L) \times Harga\ perliter\ (Rp) \quad (12)$$

###### 2. *Lubrican (oil and grease), filters and periodic maintenance labor*

Setiap unit yang dioperasikan tentunya membutuhkan perawatan, baik itu perawatan apabila terjadi kerusakan, maupun perawatan rutin setiap waktu penggunaan tertentu.

$$Biaya\ Grase = Kebutuhan\ perjam\ (Kg) \times Harga\ per\ (kg) \quad (13)$$

$$Biaya\ Filter = \frac{Jumlah\ filter\ (unit) \times harga\ perunit}{interval\ pergantian\ filter\ (jam)} \quad (14)$$

###### 3. Ban (*tires*)

Salah satu komponen penting dari alat berat, terutama alat pengangkutan adalah komponen ban. Karena ban menjadi tumpuan dari beban yang diangkutnya. Usia pakai dari ban itu sendiri juga dapat diperhitungkan, menyesuaikan dengan kondisi permukaan jalan yang dilalui.

$$Ongkos\ penggantian\ ban = \frac{Harga\ ban}{Umur\ ban} \quad (15)$$

###### 4. Biaya perbaikan (*repair cost*)

Biaya perbaikan sangat dipengaruhi oleh kondisi kerja alat, skill operator dan perawatan terhadap alat.

Kalkulasi biaya perbaikan didapat dari akumulasi data sebelumnya.

#### 5. Special items

*Special item* disini adalah bagian-bagian dari unit alat berat yang harus diganti bila sudah haus, seperti *teeth bucket, ripper point*, dan *shank* pada grader. *Special items* juga mempunyai masa pakai, tergantung material yang dikerjakan dan lokasi kerjanya

#### 6. Gaji operator (*operator salary*)

Gaji operator menjadi salah satu hal yang harus diperhitungkan dalam penghitungan biaya produksi alat berat. Biasanya operator digaji berdasarkan jam kerja mereka, namun di beberapa perusahaan operator alat berat menjadi karyawan tetap, sehingga gaji operator dibayarkan per bulan.

#### 4.8.3 Indirect Cost (biaya tak terduga/tak langsung)

Biaya tidak langsung atau tak terduga terdiri atas biaya kantor, biaya resiko, keuntungan dan sebagainya. Biaya ini dapat dihitung dengan rumus:

$$BTL = (15\%-25\%) \times BL \text{ (owning dan operating cost)} \quad (16)$$

Berdasarkan perhitungan besaran biaya kepemilikan, biaya operasional dan biaya tak terduga dari masing-masing alat muat dan alat angkut didapatlah biaya produksi per unit. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 14:

**Tabel 14.** Biaya produksi per unit

No	Jenis Alat	Biaya produksi Per Unit (Rp/Jam)
1	Kobelco 380	830.501,37
2	Hitachi 350	672.900,43
3	Scania P360	288.019,16
4	Mercedes 4043	308.091,67

#### 4.9. Perbaikan Efisiensi Kerja

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan pengolahan data yang telah dilakukan, hal yang mengakibatkan kurangnya kemampuan produksi dari alat muat dan alat angkut adalah efisiensi kerja pada kegiatan pemuatan yang dilakukan alat muat *excavator* Kobelco 380 sebesar 50,23% dan *excavator* Hitachi 350 sebesar 47,11% sedangkan efisiensi kerja pada pengangkutan yang dilakukan *dump truck* Scania P360 sebesar 42,84% dan *dump truck* Mercedes Actroz 4043 sebesar 39,77%, serta keserasian kerja pada *fleet* 1 antara *excavator* Kobelco 380 dengan *dump truck* Scania P360 sebesar 0,82 dan pada *fleet* 2 antara *excavator* Hitachi 350 dengan *dump truck* Mercedes Actroz 4043 sebesar 0,63.

Setelah diketahui faktor yang mempengaruhi kurangnya produksi pengupasan *overburden*, maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan untuk meningkatkan produksi yakni dengan cara melakukan peningkatan pada efisiensi kerja peralatan. Untuk meningkatkan efisiensi kerja dilakukan dengan mengurangi waktu hambatan

yang terjadi di lapangan. Untuk perbaikan efisiensi kerja dapat dilihat pada Tabel 15 dan 16:

**Tabel 15.** Waktu *standby*, waktu *repair* dan waktu kerja efektif alat muat setelah perbaikan efisiensi kerja

Distribusi Waktu	Waktu (menit/hari)	
	Hitachi 350	Kobelco 380
Total Jam Kerja/Hari (Menit)	1440	1440
<b>Total Jam Kerja/Bulan (Jam)</b>	<b>744</b>	<b>744</b>
Standby Time	Terlambat masuk kerja	20
	Berhenti Sebelum waktu istirahat	10
	Terlambat setelah istirahat	4
	Berhenti sebelum waktu pulang	20
	P5M & P2H	20
	safety talk	4,29
	pengisian bahan bakar	20
	Berangkat ke permukaan kerja	20
	hujan dan <i>slippery</i>	159,581
	sholat Jum'at	8,57
	istirahat	120
pergantian shift	240	
Total Jam Standby/Hari (Menit)	646,438	646,438
<b>Total Jam Standby/Bulan (Jam)</b>	<b>333,993</b>	<b>333,993</b>
Total Jam Repair/Hari (Menit)	44,839	0
<b>Total Jam Repair/Bulan (Jam)</b>	<b>23,167</b>	<b>0</b>
Total Jam Efektif/Hari (Menit)	748,724	793,562
<b>Waktu Kerja Efektif/Bulan (Jam)</b>	<b>386,840</b>	<b>410,007</b>

**Tabel 16.** Waktu *standby*, waktu *repair* dan waktu kerja efektif alat angkut setelah perbaikan efisiensi kerja

Distribusi Waktu	Waktu (menit/hari)	
	Scania	Mercedes
Total Jam Kerja/Hari (Menit)	1440	1440
<b>Total Jam Kerja/Bulan (Jam)</b>	<b>744</b>	<b>744</b>
Standby Time	Terlambat masuk kerja	20
	Berhenti Sebelum waktu istirahat	10
	Terlambat setelah istirahat	4
	Berhenti sebelum waktu pulang	20
	P5M & P2H	20
	safety talk	4,29
	pengisian bahan bakar	20
	Berangkat ke permukaan kerja	16
	hujan dan <i>slippery</i>	159,581
	sholat Jum'at	8,57
	istirahat	120
pergantian shift	240	
Total Jam Standby/Hari (Menit)	642,438	642,438
<b>Total Jam Standby/Bulan (Jam)</b>	<b>331,926</b>	<b>331,926</b>
Total Jam Repair/Hari (Menit)	88,441	132,634
<b>Total Jam Repair/Bulan (Jam)</b>	<b>45,694</b>	<b>68,528</b>
Total Jam Efektif/Hari (Menit)	709,121	664,928
<b>Waktu Kerja Efektif/Bulan (Jam)</b>	<b>366,379</b>	<b>343,546</b>
<b>Waktu Kerja Efektif/Bulan (Jam)</b>	<b>366,379</b>	<b>343,546</b>

#### 4.10. Perhitungan Efisiensi Kerja Setelah dilakukan Perbaikan Efisiensi Kerja

Berdasarkan perhitungan dapat dilihat efektivitas alat muat dan alat angkut pada Tabel 17 dijelaskan rekapitulasi hasil perhitungan efektivitas alat muat dan alat angkut setelah perbaikan.

**Tabel 17.** Rekapitulasi hasil perhitungan efektivitas alat muat dan alat angkut setelah perbaikan.

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%	%	%	%
1	Excavator Kobelco 380	100	100	55,11	55,11
2	Excavator Hitachi 350	94,35	96,89	53,67	51,99
3	Dump Truck Scania 360P	88,91	93,86	52,47	49,24
4	Dump Truck Mercedes Actroz 4043	83,37	90,79	50,86	46,18



#### 4.11. Perhitungan Kemampuan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Setelah dilakukan Perbaikan Efisiensi Kerja

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diperoleh produktivitas alat muat dan alat angkut setelah perbaikan, dapat dilihat pada Tabel 18 dan Tabel 19.

**Tabel 18.** Rekapitulasi hasil perhitungan efektivitas produktivitas alat muat setelah perbaikan efiseinsi

No	Nama Alat	Jumlah Alat (Unit)	Effisiensi Kerja (%)	Produksi Perjam (BCM)	Produksi Perbulan (BCM)	Total Produksi Perbulan (BCM)
1	Excavator Kobelco 380	1	55,11	158,581	87.695,3	185.630,4
2	Excavator Hitachi 350	1	51,99	177,098	97.935,1	

**Tabel 19.** Rekapitulasi hasil perhitungan efektivitas produktivitas alat angkut setelah perbaikan efiseinsi

No	Nama Alat	Jumlah Alat (Unit)	Effisiensi Kerja (%)	Produksi Perjam (BCM)	Produksi Perbulan (BCM)	Total Produksi Perbulan (BCM)
1	Scania P360	3	49,24	38,8403	64.436	119.556
2	Mercedez Actroz 4043	3	46,18	33,225	55.120,2	

#### 4.12. Perhitungan Kemampuan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Setelah dilakukan Perbaikan Efisiensi Kerja

Berdasarkan pengolahan data maka didapatkan hasil dari keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut yaitu 0.82 antara kobelco 380 dengan scania P360 dan 0.63 antara hitachi 350 dengan mercedez actroz 4043. Untuk mencari kebutuhan alat angkut dapat menggunakan dengan keserasian  $MF = 1$  sehingga berdasarkan perhitungan disarankan penambahan alat, sehingga produksi meningkat dapat dilihat pada Tabel 20.

**Tabel 20.** Rekapitulasi hasil perhitungan produktivitas alat angkut setelah dilakukan perbaikan efisiensi dan penambahan alat angkut

No	Nama Alat	Jumlah Alat (Unit)	Effisiensi Kerja (%)	Produksi Perjam (BCM)	Produksi Perbulan (BCM)	Total Produksi Perbulan (BCM)
1	Scania P360	4	49,24	155,36	85.914,64	177.781,7
2	Mercedez Actroz 4043	5	46,18	166,12	91.867,08	

Berdasarkan besaran biaya kepemilikan dan biaya operasional dari masing-masing alat muat dan alat angkut yang telah didapat sebelumnya, maka dapat dihitung besaran biaya produksi masing-masing alat muat dan alat angkut. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 21 dan 22.

**Tabel 21.** Biaya produksi alat muat dan alat angkut secara aktual

No	Jenis Alat	Jam Kerja Efektif Per Bulan (Jam)	Biaya produksi Per Unit (Rp/Jam)	Biaya Produksi Per Unit (Rp/Bulan)	Jumlah Unit	Total Biaya Produksi (Rp/Bulan)
1	Kobelco 380	373,69	830.501,38	310.352.431,68	1	310.352.431,68
2	Hitachi 350	350,53	672.900,44	235.869.226,91	1	235.869.226,91
3	Scania P360	318,70	288.019,16	91.791.248,29	3	275.373.744,87
4	Mercedez 4043	295,87	308.091,67	91.153.566,55	3	273.460.699,64
Total Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut (Rp/Bulan)						1.095.056.103,11
Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Mengupas 1 BCM =						10.577,17
Total Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut per Bulan =						
Produksi Overburden Rp. 1.095.056.103,11 103.530,2						

**Tabel 22.** Biaya produksi alat muat dan alat angkut setelah dilakukan perbaikan efisiensi dan penambahan alat angkut

No	Jenis Alat	Jam Kerja Efektif Per Bulan (Jam)	Biaya produksi Per Unit (Rp/Jam)	Biaya Produksi Per Unit (Rp/Bulan)	Jumlah Unit	Total Biaya Produksi (Rp/Bulan)
1	Kobelco 380	410,007	830.501,38	340.511.495,90	1	340.511.495,90
2	Hitachi 350	386,84	672.900,44	260.305.125,66	1	260.305.125,66
3	Scania P360	366,379	288.019,16	105.524.276,02	4	422.097.104,07
4	Mercedez 4043	343,546	308.091,67	105.843.670,82	5	529.218.354,09
Total Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut (Rp/Bulan)						1.552.132.079,73
Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Mengupas 1 BCM =						8.730,55
Total Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut per Bulan =						
Produksi Overburden Rp. 1.552.132.079,73 17.7781,72						

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan didapatkan hasil biaya produksi alat muat dan alat angkut untuk mengupas 1 BCM aktual sebesar Rp. 10.577,17 dan setelah dilakukan efisiensi menjadi Rp. 8.730,55.

#### 4.13. Hasil sebelum dan sesudah analisis efisiensi dan penambahan alat

Berdasarkan hasil pembahasan dan perhitungan antara aktual dan setelah diefisiensi atau analisis dapat dilihat pada Tabel 23.

**Tabel 23.** Perbandingan besaran biaya produksi alat muat dan alat angkut setelah dilakukan perbaikan efisiensi dan penambahan alat angkut

Faktor	SEBELUM ANALISIS				SETELAH ANALISIS			
	Jenis Alat				Jenis Alat			
	Kobelco 380	Scania P360	Hitachi 350	Mercedez 4043	Kobelco 380	Scania P360	Hitachi 350	Mercedez 4043
Efisiensi Kerja	50,23	42,84	47,11	39,77	55,11	49,24	51,99	46,18
Waktu Kerja Efektif (Jam/Bulan)	373,69	318,70	350,53	295,87	410,01	366,38	386,84	343,55
Produksi (BCM/Bulan)	79.929,90	56.060,87	88.723,64	47.469,3	87.695,34	85.914,64	97.935,07	91.867,08
Match Factor (MF)	0,822		0,634		1,096		1,056	
Jumlah Alat (Unit)	1	3	1	3	1	4	1	5
Biaya Produksi per Bulan	Rp. 1.095.056.103,11				Rp. 1.552.132.079,73			
Biaya Produksi per BCM	Rp. 10.577,17				Rp. 8.730,55			

#### 4.14. Perhitungan BESR

Untuk menentukan SR ekonomis, terlebih dahulu harus menghitung BESR II. Pada perhitungan BESR II di PT Caritas Energi Indonesia terdapat beberapa komponen – komponen biaya yang menjadi standar perhitungan BESR di PT Caritas Energi Indonesia tersebut. Tujuan dari perhitungan BESR II ini mengetahui angka dari nisbah kupas (*stripping ratio*) yang masih ekonomis apabila di tambang. Hasil perhitungan BESR II dapat dilihat pada Tabel 24<sup>[13]</sup>.

**Tabel 24.** Perhitungan *BESR (break even stripping ratio)* II PT caritas energi Indonesia.

No	Jenis Biaya	Jumlah Biaya
1	Biaya penggalian dan pemuatan batubara	20.300,38 Rp/Ton
2	Biaya pengangkutan batubara	130.000,00 Rp/Ton
3	Biaya operasi alat pendukung	7.000,00 Rp/Ton
4	Biaya comdev	3.641,14 Rp/Ton
5	Biaya fee owner	100.000,00 Rp/Ton
6	Biaya Pelabuhan ( <i>Jetty</i> )	56.358,86 Rp/Ton
7	Total biaya produksi	317.300,38 Rp/Ton
8	Harga jual batubara	400.000,00 Rp/Ton
9	Balance	82.699,62 Rp/Ton
10	Biaya pengupasan OB	10.577,17 Rp/BCM

Adapun besarnya *balance* dapat dihitung dari pengurangan harga jual batubara dengan total biaya penambangan. Dari tabel diatas didapat total biaya penambangan yang dikeluarkan untuk mendapatkan 1 ton batubara adalah sebesar Rp. 317.300,38/Ton. Sedangkan harga jual batubara yang merupakan pendapatan perusahaan per 1 tonnya adalah sebesar Rp. 400.000/Ton. Jadi keuntungan (*balance*) yang didapat per 1 ton batubaranya adalah :

$$\text{Balance} = \text{Harga Jual Batubara} - \text{Total Biaya Produksi} \quad (17)$$

$$\text{Balance} = \text{Rp.400.000/Ton Batubara} - \text{Rp.317.300,38/Ton Batubara}$$

$$= \text{Rp. 82.699,62/Ton Batubara.}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka perbandingan nilai jual batubara terhadap *total cost* harus lebih besar daripada 1 (*revenue > total cost*). Hal tersebut dibuktikan dengan perhitungan<sup>[14]</sup>.

$$\begin{aligned} \text{Balance Ratio} &= (\text{Rp.400.000/Ton Batubara} : \\ &\quad \text{Rp.317.300,38/Ton Batubara}) \\ &= 1,26. \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk menghitung nilai dari *BESR (Break Even Stripping Ratio)* II, dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan:

$$\text{BESR II} = \text{Balance} : \text{Biaya Pengupasan OB} \quad (18)$$

$$\text{BESR II} = \text{Rp. 82.699,62/Ton} : \text{Rp. 10.577,17 /BCM}$$

$$= 7,8 \text{ BCM } \textit{Overburden}/\text{Ton Batubara.}$$

Setelah diketahui nilai BESR II, maka dapat dihitung dan diketahui SR ekonomis. Adapun perhitungan SR ekonomis:

$$\text{SR ekonomis} = (\text{Balance} - \text{Profit}) : \text{Biaya Pengupasan OB} \quad (18)$$

Dimana, profit yang telah ditetapkan perusahaan adalah sebesar 50%. Perhitungan profit adalah:

$$\text{Profit} = 50\% \times \text{Balance} \quad (19)$$

$$\text{Sehingga didapat Profit} = 50\% \times \text{Rp. 82.699,62/Ton}$$

$$= \text{Rp. 41.349,81/Ton}$$

Sehingga:

$$\text{SR ekonomis} = (\text{Rp.82.699,62/ton} - \text{Rp.41.349,81/ton}) : \text{Rp.10.577,17/BCM}$$

$$= 3,91.$$

SR ekonomis tersebut menjelaskan bahwa untuk mendapatkan 1 ton batubara, maka harus mengupas 3,91 BCM lapisan tanah penutup (*overburden*). Jika mengupas lebih dari 3,91 BCM untuk mendapatkan 1



ton batubara, maka tidaklah lagi ekonomis untuk di tambang.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Efisiensi kerja alat muat dan alat angkut secara aktual adalah sebagai berikut:
  - a. *Excavator* Kobeclo 380 pada *fleet* 1 adalah 50,23 %
  - b. *Excavator* Hitachi 350 pada *fleet* 2 adalah 47,11 %
  - c. *Dump Truck* Scania P360 adalah 42,84 %
  - d. *Dump Truck* Mercedes 4043 adalah 39,77 %
2. Total produktivitas alat muat dan alat angkut secara aktual adalah sebagai berikut:
  - a. *Excavator* Kobeclo 380 pada *fleet* 1 dan *Excavator* Hitachi 350 pada *fleet* 2 sebesar 304,98 BCM/jam atau 168.653,5 BCM/bulan
  - b. *Dump Truck* Scania P360 dan *Dump Truck* Mercedes 4043 sebesar 62,40 BCM/jam atau 103.530,2 BCM/bulan.
3. Keserasian kerja aktual alat muat dan alat angkut (*Match Factor*) yang rendah yakni: 0,82 untuk *Excavator* Kobeclo 380 dengan *Dump Truck* Scania P360 dan 0,63 untuk *Excavator* Hitachi 350 dengan *Dump Truck* Mercedes 4043.
4. Kebutuhan alat muat dan alat angkut yang digunakan untuk mengupas *overburden* sesuai dengan rencana produksi yang telah ditentukan adalah sebagai berikut:
  - a. 1 unit *Excavator* Kobeclo 380 pada *fleet* 1 sebaiknya melayani 4 unit *Dump Truck* Scania P360.
  - b. 1 unit *Excavator* Hitachi 350 pada *fleet* 2 sebaiknya melayani 5 unit *Dump Truck* Mercedes 4043.
5. Besarnya biaya kepemilikan (*owning cost*) dan operasional (*operation cost*) per unit adalah sebagai berikut:
  - a. *Excavator* Kobeclo 380 pada *fleet* 1 sebesar Rp. 830.501,38/Jam
  - b. *Excavator* Hitachi 350 pada *fleet* 2 Sebesar Rp. 672.900,44/Jam
  - c. *Dump Truck* Scania P360 sebesar Rp. 288.019,16/Jam
  - d. *Dump Truck* Mercedes 4043 Sebesar Rp. 308.091,67/Jam
6. Biaya produksi alat muat dan alat angkut untuk mengupas satu BCM *overburden* secara aktual dan setelah efisiensi adalah Rp. 10.577,17/BCM dan Rp. 8.730,55/BCM.
7. Nilai SR (*striping ratio*) ekonomis apabila masih menguntungkan untuk dilakukan penambangan adalah 3,91. Jika lebih besar dari pada 3,91 kegiatan penambangan dianggap sudah tidak

ekonomis lagi. Sebaliknya semakin kecil *striping ratio* yang kita dapat, maka akan menghasilkan untung yang banyak pula karena biaya penambangan menjadi rendah.

### 5.2 Saran

1. Harus bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan dan perlu adanya pengawasan waktu yang lebih tegas untuk mencegah hambatan-hambatan waktu yang ada terutama waktu hambatan yang bisa dihindari. Sehingga target produksi *overburden* tercapai.
2. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan serta perhitungan keserasian kerja alat muat dan alat angkut (*Match factor*), maka didapatkan nilai *MF* yaitu 0,82 pada *fleet* 1 dan 0,63 pada *fleet* 2, ini menyebabkan waktu tunggu yang terlalu lama bagi alat muat sehingga perlu kiranya dilakukan penambahan 1 unit alat angkut Scania P360 pada *fleet* 1 dan tambahan 2 unit alat angkut Mercedes 4043 pada *fleet* 2 agar tercapainya keserasian alat muat dan angkut sehingga terjadi peningkatan target produksi.
3. Perlu adanya perawatan secara berkala terhadap alat-alat yang digunakan sesuai dengan waktunya, sehingga kerusakan-kerusakan yang terjadi pada alat semakin kecil dengan demikian kehilangan waktu kerja akan dapat dilakukan seminimum mungkin. Apabila waktu hambatan dapat dikurangi maka, akan terjadi peningkatan produksi dan berkurangnya biaya pengupasan *overburden*.

## Daftar Pustaka

- [1] A. Muri Yusuf. *Metodologi Penelitian*. Padang: UNP Press. (2013)
- [2] Hambali. *Evaluasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi pada PT Pama Persada Nusantara Distrik KCMB*. Jurnal HIMASAPTA. **2**, 1 (2017)
- [3] F. Ahmad Pohan. *Efisiensi Alat Muat dan Alat Angkut untuk Pengupasan Overburden Pada Site A di PT. Samantaka Batubara Desa Pauh Ranap Kecamatan Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau*. Jurnal Sains dan Teknologi. **17**,1 (2017)
- [4] H. Eko Rahmad. *Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut untuk Mengoptimalkan Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di Pit Uw PT. Borneo Alam Semesta Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Teknologi Pertambangan. **1**,1 (2015)
- [5] H, Wisma. *Evaluasi Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat Dalam Rangka Meningkatkan Pendapatan dari Harga Penjualan Batubara Pada PT. Britmindo Site Bakuan, Kecamatan Palaran, Kota Samarinda, Kalimantan Timur*. Jurnal Bina Tambang. **3**, 1 (2018)

- [6] M. Prismark Dhonald. *Analisis Perbandingan Biaya Penggunaan Alat Angkut RDT Terex TR60 dengan RDT Euclid R60 pada Penambangan Overburden di Pit E Utara PT. Karbindo Abesyapradhi*. Jurnal Bina Tambang. **1**, 2 (2014)
- [7] P. Genta Dwi. *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*. Jurnal Teknologi Pertambangan. **1**, 2 (2016)
- [8] S. Dwi Novi. *Analisis Produktivitas Alat Berat pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegon*. Jurnal Kontruksia. **1**, 2 (2013).
- [9] S. Jul Benti, D. Yulhendra, dan H. Prabowo *Optimalisasi Peralatan Tambang Dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) di Pit 1 Penambangan Batubara Banko Barat PT Bukit Asam (persero) Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Jurnal Bina Tambang. **3**, 2 (2018)
- [10] I. Yanto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". (2012)
- [11] Sumarya. *Bahan Ajar Alat Berat dan Interaksi Alat Berat*. Padang: Universitas Negeri Padang. (2012)
- [12] Anonim. *Spesification & Application Handbook*. Japan: Komatsu. (2009)
- [13] D. Beffy. *Perancangan (Design) Batubara Pit S8 B dengan Nisbah Kupas (Stripping Ratio) 7 : 1 di PT. Asta Minindo, Desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur*. Jurnal Prosiding Penelitian SPeSIA. **1**,1 (2015)
- [14] K. Ahmad. *Perancangan Tambang (Pit Design) dan Pentahapan Tambang Batubara Pit Blok 3 dengan Stripping Ratio 7 : 1 di PT. Inti Bara Perdana, Desa Lubuk Sini, Kecamatan Taba Penanjung, Kabupaten Bengkulu Tengah, Provinsi Bengkulu*. Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan. **1**, 1 (2017)