

**EVALUASI KINERJA EXCAVATOR BACKHOE CAT 385 DAN CAT 345  
TERHADAP PRODUKSI PENAMBANGAN SWAKELOLA  
PAKET 09-218 BANKO BARAT TAHUN 2013  
PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK**

***THE EVALUATION OF BACKHOE EXCAVATOR CAT 385 AND CAT 345  
PERFORMANCE ON BANKO BARAT SWAKELOLA MINING  
PRODUCTION PACKAGE 09-218 YEAR 2013  
AT PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK***

***Vera Anggraini<sup>1</sup>, Maulana Yusuf<sup>2</sup>, Abuamat HAK<sup>3</sup>***

*<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya*

*Jl. Palembang-Prabumulih Km. 32, Inderalaya, Kab. Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia*

*Email: vanggraini@bukitasam.co.id*

**ABSTRAK**

*Swakelola merupakan salah satu unit kerja penambangan di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang kegiatan operasional penambangannya menggunakan kombinasi excavator backhoe dan dump truck dengan mitra kerja PT. Bangun Karya Pratama Lestari sebagai penyedia unit rental. Berdasarkan rencana sekuen tahun 2013, target produksi total material sebesar 18.207.506 Bcm, dengan produksi tanah (overburden) sebesar 15.350.000 bcm dan batubara sebesar 3.605.000 Ton. Pada akhir tahun 2013, realisasi produksi total material hanya tercapai 76% terhadap rencana sekuen yaitu sebesar 13.804.533 Bcm, dengan produksi tanah sebesar 11.505.159 Bcm dan batubara sebesar 2.897.212 Ton. Ketidaktercapaian produksi disebabkan karena peralatan mekanis yang dioperasikan bekerja tidak optimal dimana jam jalan yang tinggi tidak sebanding dengan produksi yang dihasilkan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kondisi peralatan mekanis yang dalam keadaan kurang baik, dimana rata - rata equipment availability kumulatif dari unit alat berat kurang dari 85%. Menurut perhitungan handbook, produktifitas excavator backhoe CAT 385 untuk operasional pengupasan tanah sebesar 501 bcm/jam sedangkan excavator CAT 345 untuk penggalian batubara sebesar 269 Bcm/jam. Akan tetapi, rata - rata realisasi produktifitas excavator CAT 385 hanya sebesar 379 Bcm/jam dan CAT 345 sebesar 205 Bcm/jam selama tahun 2013. Kinerja alat gali muat yang tidak optimal menyebabkan kekurangan volume produksi tanah sebesar 3.844.841 Bcm dan batubara sebesar 707.788 Ton dari target produksi yang telah direncanakan di satuan kerja penambangan swakelola..*

Kata kunci : excavator backhoe, overburden, physical availability, produktifitas

**ABSTRACT**

*Swakelola is one of the coal mining department unit at PT. Bukit Asam (Persero) Tbk that use excavator backhoe and dump truck for their mining activities with PT. Bangun Karya Pratama Lestari as owner of rent units. Based on mining sequen plan in 2013, production of total material target in amount of 18.207.506 Bcm, with 15.350.000 Bcm for overburden and 3.605.000 Ton of coal. In the end of the year, the real production of total material only rise 76% from sequen plan in amount of 13.804.533 Bcm, with 75% of the overburden production in amount of 11.505.159 Bcm and 80% of coal production in amount of 2.897.212 Ton. The failed of production target causing the working hours of rent unit doesn't effective as the mine product. From the final evaluation, the condition of operation units is bad with the real average of physical availability under 85%. Based on handbook, the productivity of excavator backhoe CAT 385 that used for overburden is 501 Bcm/hour and excavator backhoe CAT 345 that used for coal is 269 Bcm/hour. In fact, the real of productivity for excavator CAT 385 only 379 Bcm/hrs and 205 Bcm/hrs for CAT 345. The bad performance of excavator make a shortage of production volume amounted to 3.844.841 Bcm of soil and 707.788 Tons of coal from the planned production target in swakelola mining.*

Keywords: excavator backhoe, overburden, physical availability, productivity

## 1. PENDAHULUAN

Penambangan swakelola merupakan salah satu unit kerja penambangan batubara di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang kegiatan operasional penambangannya menggunakan kombinasi *excavator backhoe* dan *dump truck* dengan mitra kerja PT. Bangun Karya Pratama Lestari sebagai penyedia unit rental. Kontrak kerja yang disepakati antara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk dengan PT. Bangun Karya Pratama Lestari adalah sistem rental alat berat dan alat angkut, dimana pihak penambangan swakelola berperan sepenuhnya sebagai kontrol dan pengawas kegiatan penambangan, sedangkan pihak kontraktor sebagai pelaksana operasi penambangan yang menyediakan unit sewa alat berat termasuk operator serta menjamin ketersediaan unit tersebut hingga kontrak berakhir. Berdasarkan rencana sekuen produksi penambangan tahun 2013, target produksi total material disatukan kerja penambangan swakelola untuk paket 09-218 adalah sebesar 18.207.506 Bcm, dengan target produksi tanah (*overburden / interburden*) sebesar 15.350.000 Bcm dan batubara sebesar 3.605.000 Ton. Pada akhir tahun, ternyata produksi total material hanya tercapai 76% dari target produksi yaitu sebesar 13.804.533 Bcm, dimana untuk produksi tanah hanya tercapai 75% yaitu sebesar 11.505.159 Bcm sedangkan batubara tercapai 80% dengan realisasi volume sebesar 2.897.212 Ton [1]. Mengacu pada realisasi target produksi tahun 2013 yang tidak tercapai di penambangan swakelola, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja alat mekanis kontrak paket 09-218 terutama unit *excavator backhoe* CAT 385 yang dioperasikan untuk peggupasan tanah dan CAT 345 yang beroperasi untuk penggalian batubara.

Rumusan masalah dari latar belakang diatas adalah bagaimana *avaibility equipment* dan kondisi alat mekanis yang digunakan untuk operasional penambangan swakelola kontrak paket 09-218. Bagaimana realisasi *physical avaibility* alat mekanis selama tahun 2013. Bagaimana realisasi produktifitas alat gali muat selama tahun 2013. Berapa besar pengaruh kinerja produktifitas CAT 385 dan CAT 345 terhadap ketidaktercapaian target produksi penambangan swakelola paket 09-218.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui *avaibility equipment* dan kondisi alat mekanis yang digunakan untuk operasional penambangan swakelola paket 09-218. Mengetahui realisasi *physical avaibility* alat mekanis selama tahun 2013. Mengetahui seberapa besar realisasi produktifitas alat gali muat selama tahun 2013. Mengetahui seberapa besar pengaruh kinerja produktifitas CAT 385 dan CAT 345 terhadap ketidaktercapaian produksi penambangan swakelola paket 09-218.

Dalam penelitian ini, penulis hanya membatasi permasalahan pada evaluasi kinerja unit *excavator backhoe* CAT 385 dan CAT 345 yang beroperasi di penambangan swakelola paket 09-218.

Dasar teori penelitian ini yaitu menghitung *avaibility equipment* peralatan mekanis dan kinerja produksi *excavator backhoe* CAT 385 dan CAT 345, kemudian membandingkannya dengan perhitungan teoritis sehingga didapatkan poin - poin yang memerlukan perbaikan. Adapun uraian dasar teori adalah sebagai berikut :

*Avaibility equipment* adalah faktor yang menunjukkan kondisi alat - alat mekanis dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama kerja [2]. Keadaan alat mekanis dan efektifitas penggunaannya dapat dilihat melalui 4 (empat) kategori sebagai berikut [2] :

### 1. Ketersediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

Menunjukkan ketersediaan alat dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu yang digunakan untuk memperbaiki mesin, perawatan dan alasan mekanis lainnya [2]. Jika ketersediaan mekanis kecil maka kondisi mekanis alat kurang baik, jam perbaikan tinggi sehingga hanya digunakan sebagai cadangan [2].

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

Keterangan :

W = *working hours* (jam)

S = *standby hours* (jam)

R = *repair hours* (jam)

### 2. Ketersediaan Fisik (*Physical Availability*)

Menunjukkan ketersediaan alat untuk melakukan kerja dengan memperhitungkan waktu yang hilang karena rusaknya jalan, faktor cuaca dan lain - lain [2]. Ketersediaan fisik selalu lebih besar dari ketersediaan mekanis, berarti bahwa alat belum digunakan sesuai dengan kemampuannya [2].

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

### 3. Penggunaan Ketersediaan (*Use of Availability*)

Menunjukkan efisiensi kerja alat selama waktu kerja yang tersedia dimana kondisi alat tidak rusak [2]. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa efektif alat yang tidak rusak dimanfaatkan dan menjadi ukuran seberapa baik pengelolaan peralatan yang digunakan. Persentase rendah menunjukkan bahwa pengoperasian alat tidak maksimal [2].

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

### 4. Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk bekerja atau persen waktu yang dimanfaatkan oleh alat untuk bekerja dari sejumlah waktu kerja yang tersedia [2].

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

*Excavator backhoe* berfungsi sebagai alat gali batubara sekaligus memuat tanah dan batubara ke dalam *dump truck* yang akan diangkut ke lokasi penimbunan [3]. Produktifitas adalah kemampuan produksi alat mekanis dalam setiap jamnya dengan memperhitungkan waktu edar alat mekanis, efisiensi kerja, produksi per waktu edar. Produktifitas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [3-8] :

$$Q = q \times (3600 / Cm) \times E \times SF \quad (5)$$

$$q = q_1 \times K \quad (6)$$

$$Cm = Cstd \times Cf \quad (7)$$

Keterangan :

$Q$  = Produksi per jam ( $m^3$ /jam)

$Cm$  = Cycle time = excavating time + swing time (loaded) + dumping time + swing time (empty) (sec)

$q$  = Produksi per cycle ( $m^3$ )

$q_1$  = Bucket Capacity (heaped) ( $m^3$ )

$K$  = Bucket Fill Factor

$Cstd$  = Cycle time Standard

$Cf$  = Faktor Konversi

$E$  = Efisiensi Kerja

$SF$  = Swell Factor

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan metode penelitian sebagai berikut :

1. Studi literatur dilakukan pada beberapa referensi untuk mendukung latar belakang dan teori penelitian, sehingga pengolahan data, pembahasan dan kesimpulan dilakukan dengan bantuan literatur yang saling berhubungan.
2. Pengumpulan data diperoleh dari observasi lapangan. Pada observasi lapangan ini diperoleh dua data yaitu : data primer, data ini berdasarkan pengamatan di lapangan yaitu proses penambangan, sistem pengaturan operasional alat, dan sebagainya. Data sekunder, diperoleh pada file perusahaan yang telah tersedia seperti peta lokasi penambangan, data curah hujan, data spesifikasi alat angkut dan alat gali muat, data jam operasional peralatan mekanis, dan data produksi.
3. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perhitungan, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan penyelesaian.
4. Analisa data dilakukan berdasarkan pada evaluasi dari data yang diperoleh di lapangan dengan berpegang pada literatur - literatur yang berhubungan dengan masalah tersebut.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis dan jumlah unit *excavator backhoe* yang beroperasi di penambangan swakelola seperti pada Tabel 1 [1], yaitu ada 8 (delapan) unit *excavator backhoe* CAT 385 yang beroperasi untuk penggalian tanah (*overburden*) dan 2 (dua) unit *excavator backhoe* CAT 345 yang beroperasi untuk penggalian batubara. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kondisi 10 (sepuluh) unit *excavator backhoe* yang beroperasi sepanjang tahun 2013 memiliki *physical availability* (PA) kumulatif rata-rata sebesar 85,62%, *mechanical availability* (MA) sebesar 80,69%, *use availability* (UA) sebesar 59,99%, dan *effective utilization* (EU) sebesar 52,35 % (Tabel 2).

Tabel 1. Jenis dan Jumlah Unit *Excavator Backhoe* di Penambangan Swakelola Paket 09-218 Tahun 2013

No.	Jenis Alat	Jumlah Unit
1	<i>Excavator</i> CAT 345	2
2	<i>Excavator</i> CAT 385	8
Total unit		10 unit

Tabel 2. Realisasi Rata - rata *Avaibility Equipment* Unit *Excavator Backhoe* yang Beroperasi Tahun 2013

Bulan	<i>Avaibility Equipment</i> (%)			
	PA (W+S)/T	MA W/(W+R)	UA W/(W+S)	EU W / T
Januari	91,86	88,22	52,06	47,92
Februari	92,04	86,63	53,73	49,40
Maret	87,01	80,96	60,64	53,03
April	87,69	83,72	63,94	55,93
Mei	86,11	80,42	64,36	55,61
Juni	87,77	85,02	73,36	64,55
Juli	89,13	84,40	62,37	55,87
Agustus	82,33	78,73	64,44	54,51
September	88,62	84,24	66,85	59,60
Oktober	76,43	70,34	55,65	47,42
November	77,40	70,42	62,04	47,95
Desember	81,08	75,17	40,43	36,40
Rata-rata	85,62	80,69	59,99	52,35

Tabel 3. Perhitungan Produktifitas *Excavator Backhoe* Menurut *Handbook*

Tipe <i>Excavator Backhoe</i>	<i>Bucket Capacity</i> (m <sup>3</sup> )	<i>Bucket Fill Factor</i>	Produksi per Cycle (m <sup>3</sup> )	<i>Cycle Time Standard</i> (s)	Faktor Koreksi	<i>Cycle Time</i> (s)	Efisiensi Kerja	<i>Swell Factor</i>	Produksi (m <sup>3</sup> /jam)
CAT 385	4,66	1,0	4,66	20	1	20	0,83	1,39	500,87
CAT 345	2,00	1,0	2	15	1	15	0,83	1,48	269,19

#### Pembahasan

Menurut *handbook* dapat diketahui data - data seperti *bucket capacity*, *bucket fill factor*, produksi *per cycle*, *cycle time standard*, faktor koreksi, dan efisiensi kerja seperti pada Tabel 3 [9], sedangkan *swell factor* bersumber dari data PT. Bukit Asam (Persero), Tbk [1].

1. Perhitungan produksi *excavator backhoe* CAT 385 untuk pengupasan *overburden* menggunakan persamaan (5) dengan perhitungan seperti dibawah ini.

$$Q = 4,66m^3 \times \frac{3600s / hr}{20s} \times 1,39 \times 0,83$$

$$Q = 500,81 \text{ BCM} / hr$$

2. Perhitungan produksi *excavator backhoe* CAT 385 untuk penggalian batubara menggunakan persamaan (5) dengan perhitungan seperti dibawah ini.

$$Q = 2,00m^3 \times \frac{3600s / hr}{15s} \times 1,48 \times 0,83$$

$$Q = 269,19 \text{ BCM} / hr$$

3. Realisasi Rata - rata Pemakaian Jam Jalan *Excavator Backhoe*

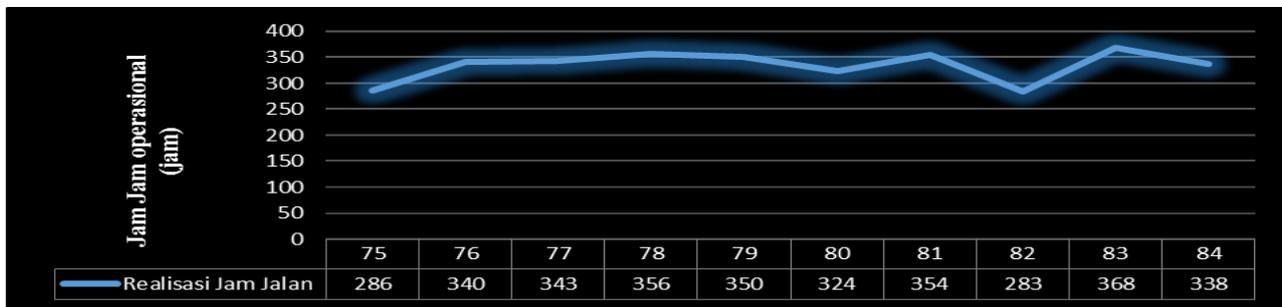
Realisasi rata - rata pemakaian jam jalan *excavator backhoe* di penambangan swakelola paket 09-218 Banko Barat tahun 2013 seperti pada Gambar 1. *Excavator backhoe* CAT 385 selama tahun 2013 memiliki jam jalan rata - rata dalam satu bulan sebesar 339,5 jam, sedangkan *excavator backhoe* CAT 345 memiliki jam jalan rata - rata sebesar 313 per bulannya.

4. Realisasi Rata - rata Produksi *Excavator Backhoe*

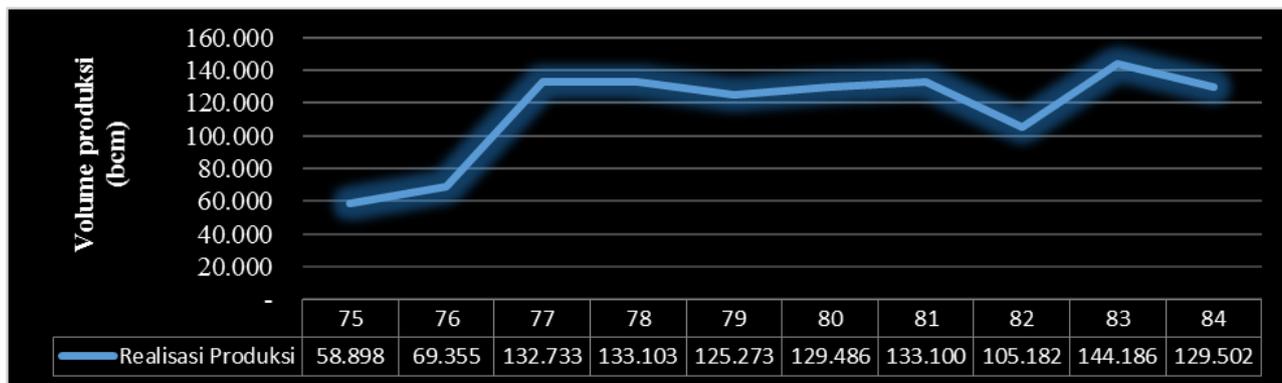
Realisasi rata - rata produksi *excavator backhoe* di penambangan swakelola paket 09-218 Banko Barat tahun 2013 seperti pada Gambar 2, dengan realisasi produksi *excavator backhoe* CAT 385 sebesar 129.070 bcm/bulan dan *excavator backhoe* CAT 345 sebesar 64.126 bcm/bulan.

5. Realisasi Rata - rata Produktifitas *Excavator Backhoe*

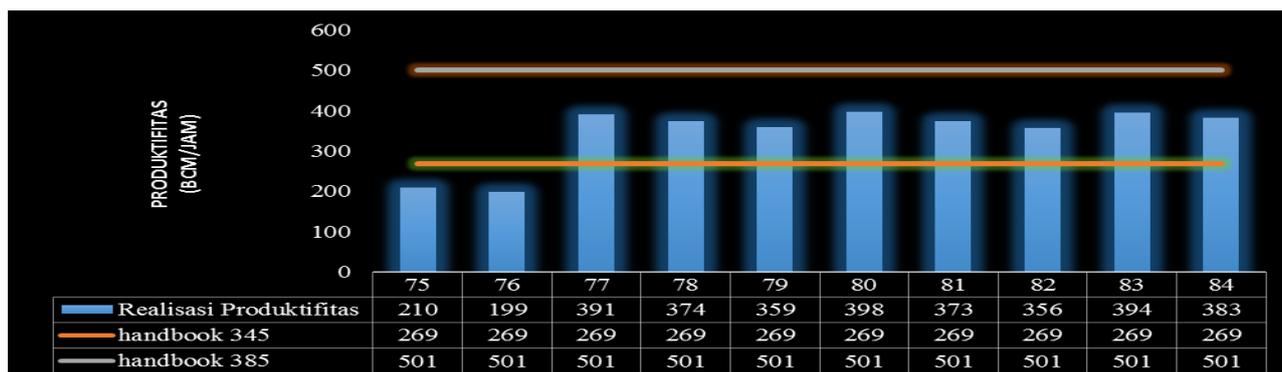
Realisasi rata - rata produktifitas *excavator backhoe* di penambangan swakelola paket 09-218 Banko Barat tahun 2013 seperti pada Gambar 3, dimana produktifitas rata - rata *excavator backhoe* CAT 385 sebesar 378,5 Bcm/jam sedangkan *excavator backhoe* CAT 345 sebesar 204,5 Bcm/jam.



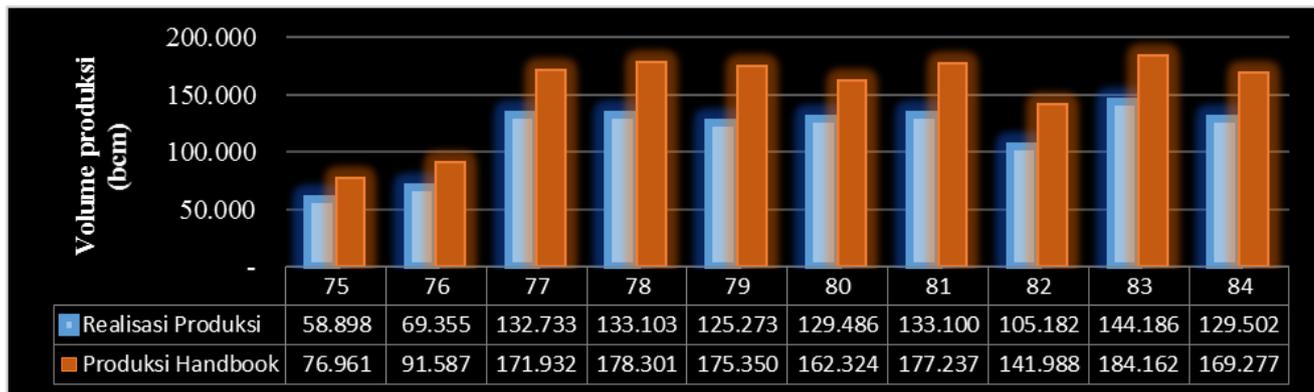
Gambar 1. Realisasi Rata - rata Pemakaian Jam Jalan *Excavator Backhoe* per Bulan Tahun 2013



Gambar 2. Realisasi Rata - rata Produksi *Excavator Backhoe* per Bulan untuk Setiap Unit Selama Tahun 2013



Gambar 3. Realisasi Rata - rata Produktifitas *Excavator Backhoe* per Bulan untuk Setiap Unit Selama Tahun 2013



Gambar 4. Perbandingan Antara Realisasi Produksi *Excavator Backhoe* Terhadap Produksi Menurut *Handbook*

Tabel 3. Perhitungan Produktifitas *Excavator Backhoe* Menurut *Handbook*

	Tanah (Bcm)	Batubara (Ton)
Target Produksi	15.350.000	3.605.000
Produksi Teoritis (produktifitas x jam maksimal/bln)	16.322.399	3.617.913
Realisasi Produksi	11.505.159	2.897.212
Selisih target terhadap realisasi produksi	3.844.841	707.788

Dari Gambar 3 dapat dilihat perbedaan yang signifikan antara produktifitas menurut *handbook* dan realisasi produktifitas pada tahun 2013. Secara teori jumlah jam operasional akan berbanding lurus dengan produksi yang dihasilkan [10], tetapi dari Gambar 3 diketahui bahwa realisasi rata - rata produktifitas *excavator backhoe* tahun 2013 tidak mencapai produktifitas secara teori.

*Excavator backhoe* CAT 345 menurut perhitungan *handbook* mempunyai produktifitas sebesar 269 Bcm/jam. Dari gambar 3 diketahui bahwa realisasi rata - rata produktifitas dua unit *excavator backhoe* CAT 345 dengan nomor operasional BK-75 dan BK-76 tidak mencapai hasil seperti perhitungan *handbook*, dimana untuk BK-75 sebesar 210 Bcm/jam dan BK-76 sebesar 199 Bcm/jam. Apabila rata - rata jam jalan pengoperasian seperti pada Gambar 1 dikali dengan produktifitas menurut *handbook* maka BK-75 mampu memproduksi batubara sebesar 76.961 Bcm/jam sedangkan BK-76 sebesar 91.587 Bcm/jam.

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa kinerja alat gali muat yang tidak optimal menyebabkan kekurangan volume tanah sebesar 3.844.841 Bcm dan batubara sebesar 707.788 Ton dari target produksi tanah sebesar 15.350.000 Bcm dan batubara sebesar 3.605.000 Ton. Apabila dilihat menurut perhitungan *handbook*, *excavator backhoe* CAT 385 dan CAT 345 sebenarnya mampu menghasilkan volume melebihi target produksi yang telah direncanakan pada tahun 2013, dengan asumsi jam jalan efektif pengoperasian unit maksimal 450 jam/bulan dan produktifitas dapat dipertahankan. Akan tetapi, karena kinerja pengoperasian *excavator backhoe* CAT 385 dan CAT 345 yang tidak efektif serta kurangnya dukungan PT. Bangun Karya Pratama Lestari terhadap perawatan (*maintenance*) unit secara berkala, kondisi *availability equipment* pun dapat menjadi tolok ukur penilaian kinerja *excavator backhoe* CAT 385 dan CAT 345 terhadap ketidaktercapaian produksi penambangan swakelola pada tahun 2013.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Selama periode tahun 2013, realisasi pemindahan tanah (*overburden*) adalah sebesar 11.505.159 Bcm dengan persentase ketercapaian 75% dari rencana sekuen sebesar 15.350.000 Bcm, sedangkan realisasi produksi batubara sebesar 2.897.212 Ton dengan persentase ketercapaian 80% dari rencana sekuen sebesar 3.605.000 Ton. Untuk realisasi produksi total material adalah sebesar 13.804.533 Bcm dengan persentase ketercapaian 76% dari rencana sekuen sebesar 18.207.506 Bcm. Dari *availability* dan kondisi peralatan yang digunakan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :
  - Berdasarkan teori, peralatan yang beroperasi di penambangan swakelola paket 09-218 Banko Barat dalam keadaan rusak ringan dengan kemampuan minimal 60% dan sudah dioperasikan lebih dari dua tahun atau tiga ribu jam kerja.

- Secara kumulatif, realisasi rata - rata kondisi alat berat berdasarkan *mechanical availability* adalah sebesar 80,69%, *physical availability* sebesar 85,62%, *use of availability* sebesar 59,99%, dan *effective utilization* sebesar 52,35%.
- 2. Berdasarkan perhitungan realisasi *physical availability* alat mekanis selama tahun 2013, diketahui bahwa kondisi peralatan masih dalam keadaan baik dimana rata - rata PA kumulatif sebesar 84,04%.
- 3. Menurut perhitungan *handbook, excavator backhoe* CAT 385 yang dipakai untuk pengupasan tanah memiliki produktifitas sebesar 500,87 Bcm/jam dan CAT 345 untuk penggalian batubara memiliki produktifitas sebesar 269,19 Bcm/Jam. Berdasarkan realisasi di lapangan, diketahui bahwa produktifitas rata - rata *excavator bakchoe* CAT 385 dan CAT 345 hanya tercapai sebesar 378,5 Bcm/jam untuk tanah dan 204,5 Bcm/jam pada batubara selama tahun 2013.
- 4. Kinerja alat gali muat yang tidak optimal menyebabkan kekurangan volume tanah sebesar 3.844.841 Bcm dan batubara sebesar 707.788 Ton dari target produksi yang tanah sebesar 15.350.000 Bcm dan batubara sebesar 3.605.000 Ton.
- 5. Untuk mengatasi kekurangan produksi dan meningkatkan kinerja *excavator backhoe* CAT 385 dan CAT 345 di penambangan swakelola, maka diperlukan suatu sistem pengawasan monitoring perjam terhadap produktifitas alat *loading* agar setiap pengawas operasional penambangan dapat mengontrol dan menjaga kestabilan produksi dari unit *excavator backhoe* yang beroperasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2013). *Laporan Bulanan dan Arsip*. Tanjung Enim : PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.
- [2] Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta : Gunadarma.
- [3] Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta : Awan Putih.
- [4] Nabar, D. (1998). *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- [5] Widi, H. (2008). *Pemindahan Tanah Mekanik (Alat - alat Berat)*. Surakarta :LPP UNS.
- [6] Dhillon, B.S. (2008). *Mining Equipment, Reability, mainability, and Safety*. London : Springer-Verlag.
- [7] Hustrulid. W. (1995), *Open Pit Mine Planing and Design Volume I - Fundamentals*. Rotterdam : Brookfield.
- [8] Prodjosumarto, P. (1993). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [9] Caterpillar Publication. (2008). *Caterpillar Performance Hand Book 38th Edition*. U.S.A : Caterpillar Inc.
- [10] Rochmandi. (1990). *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.