

*Artikel***EFISIENSI KINERJA ALAT GALI MUAT EXCAVATOR CAT 320 PC200 DAN ALAT ANGKUT DUMP TRUCK MITSUBISHI FUSO 220PS PADA KEGIATAN PENGUPASAN LAPISAN OVERBURDEN DI PERTAMBANGAN BATU KAPUR****Muhammad El Hakim<sup>1\*</sup>, Muhammad Husein.Zn<sup>1</sup> Jarot Wiratama<sup>1</sup> Ericson<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Jambi\* Corr Author: [elhakim@unja.ac.id](mailto:elhakim@unja.ac.id)

**Abstrak** : Sebuah Perusahaan pertambangan batu kapur di Sumatera Selatan memiliki target pembongkaran *overburden* sebesar 42.400 bcm/bulan, sedangkan realisasi pembongkaran *overburden* hanya sebesar 21,7% dari target atau 9.231,56 bcm/bulan. Alat yang digunakan dalam pembongkaran *overburden* berupa 1 unit excavator cat 320 PC200 dan 3 unit dump truck Mitsubishi fuso 220PS. Pekerjaan utama di dalam kegiatan ini adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan, kemudian kembali ke kegiatan awal dan terus berulang. Tidak tercapainya target produksi salah satunya disebabkan oleh aktifitas yang berulang tersebut tidak berjalan dengan optimal. Berdasarkan waktu edar yang alat gali dan angkut yang diamati di lapangan, di dapatkan produktifitas alat gali muat sebesar 128,98 bcm/jam, sedangkan nilai produktifitas alat angkut sebesar 15,018 bcm/jam. Dari hasil penelitian didapatkan factor keserasian dari pasangan unit saat ini sebesar 0,34, ini sangat jauh dari kata ideal. Untuk itu perlu di tambahkan 5 unit dump truck Mitsubishi fuso 220PS sehingga factor keserasian alat menjadi 0,9. Dengan begitu kegiatan pembongkaran *overburden* dapat berjalan dengan lebih optimal dan produksi bisa di tingkatkan.

**Kata kunci:** *overburden, batu kapur, produktifitas, factor keserasian, waktu edar*

**Abstract** : A limestone mining company in South Sumatra has an *overburden* removal target of 42,400 bcm/month, while the realization of *overburden* removal is only 21.7% of the target or 9,231.56 bcm/month. The tools used to dismantle the *overburden* were 1 Cat 320 PC200 excavator and 3 Mitsubishi Fuso 220PS dump trucks. The main work in this activity is digging, loading, moving, unloading, then returning to the initial activity and continuing to repeat. One of the reasons why the production target was not achieved was that the repetitive activities did not run optimally. Based on the cycle time of digging and hauling equipment observed in the field, the productivity of loading and digging tools was 128.98 bcm/hour, while the productivity value of hauling equipment was 15.018 bcm/hour. From the research results, it was found that the match factor of the current pair of units was 0.34, this is very far from ideal. For this reason, it is necessary to add 5 units of Mitsubishi Fuso 220PS dump trucks so that the match factor becomes 0.9. In this way, *overburden* demolition activities can run more optimally and production can be increased.

**Keyword:** *overburden, limestone, productivity, match factor, cycle time*

## PENDAHULUAN

Salah satu kegiatan pertambangan yang tidak mungkin untuk di lewatkan adalah pengupasan lapisan tanah penutup (overburden) yang diawali dengan penggalian dan pengangkutan menuju area penimbunan (disposal). Pengupasan lapisan tanah penutup (overburden) merupakan kegiatan yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan tambang terbuka (open pit mining), semakin tinggi produktifitas dari kegiatan pengupasan tanah penutup maka produksi yang di hasilkan juga semakin besar. Pengupasan tanah penutup dipengaruhi oleh kemampuan produksi sesuai alat mekanis yang digunakan. Penggalian, pemuatan dan pengangkutan tanah penutup merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan, dan kembali ke kegiatan awal. Output yang dicapai dari hasil kegiatan produksi alat menentukan Tingkat keberhasilan peralatan pemindahan tanah mekanik [9].

Pada industri pertambangan batu kapur yang terdapat di Kabupaten Ogan Komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan menggunakan pasanagan unit Excavator CAT 320 PC200 dan 3 unit dump truck Mitsubishi Fuso 220PS. Dari pengamatan di lapangan di temukan bahwa Excavator sering berada dalam posisi menunggu (standby). Hal ini menunjukkan jumlah pasangan unit yang digunakan saat ini tidak ideal, sehingga proses produksi penggalian tanak penutup tidak optimal. Hal ini berdampak pada target produksi yang ditetaokan oleh Perusahaan sebesar 42.400 bcm/bulan seringkali tidak tercapai.

Salah satu yang mempengaruhi produktifitas excavator di pengaruhi oleh kapasitas mangkuk (bucket) dan jenis material yang di gali (bucket fill factor). Sedangkan produktifitas dumptruk di tentukan oleh waktu edar (cycle time) alat dan efisiensi kerja [6].

## METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode Kuantitatif merupakan salah satu jenis penelitian yang sistematis, terencana, terstruktur serta banyak menggunakan angka (mulai dari pengumpulan data, penafsiran dan penampilan hasil). Pengukuran dilakukan pada beberapa objek penelitian yang umumnya dilakukan dengan menggunakan bantuan alat atau instrument. Pengukuran yang dilakukan adalah cycle time alat gali muat, cycle time alat angkut, jam kerja, waktu perbaikan, dan waktu standby alat. Waktu edar alat gali dan alat angkut di ukur sebanyak 30 sampel.

Setelah semua data yang diperlukan telah terkumpul, maka selanjutnya data diolah menggunakan persamaan-persamaan dalam teori terkait dengan produktifitas, produksi, efektifitas kerja alat dan keserasian alat (match factor).

### 1) Produktifitas Alat Gali Muat dan Angkut

Produktivitas alat gali muat dan angkut adalah besarnya produksi yang dapat dicapai oleh alat gali muat dan angkut itu sendiri dalam kenyataan kerja alat muat berdasarkan kondisi yang dapat dicapai saat ini (Wehansen & Sundoyo, 2018). Produktifitas memiliki peranan yang penting untuk mengetahui kapasitas produksi suatu alat.

#### a) Waktu Edar Alat Gali Muat dan Angkut

Waktu edar (Cycle time) merupakan jumlah waktu yang diperlukan suatu alat untuk menyelesaikan suatu tugas dalam satu siklus. Untuk excavator waktu edar dimulai dari alat menyekop bahan galian, mengayunkan bucket saat berisi, menumpahkan, serta mengayunkan saat bucket kosong. Waktu edar alat gali muat dapat dikalkulasikan dengan rumus berikut:

$$C_m = ( A + B + C + D ) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

C<sub>m</sub> = Cycle time alat muat (menit)

A = Waktu pengisian/penggalian (detik)

B = Waktu ayunan bermuatan (detik)

C = Waktu menumpahkan isi (detik)

D = Waktu ayunan kosong (detik)

Sedangkan untuk dump truck waktu edar dimulai dari pemuatan, perjalanan ke disposal, manuver sebelum dumping, dumping bahan galian ke disposal, kembali ke front pengupasan tanah pucuk (overburden), dan manuver sebelum pemuatan. Waktu edar alat angkut dapat di kalkulasikan dengan rumus berikut.

$$C_a = A + B + C + D + E + F + G + H \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

C<sub>a</sub> = waktu siklus pengangkutan (menit)

A = Waktu tunggu pengisian (detik)

B = Waktu mengatur posisi pengisian (detik)

C = Waktu pemuatan (detik)

D = Waktu angkut material (detik)

E = Waktu tunggu dumping (detik)

F = Waktu mengatur posisi dumping (detik)

G = Waktu dumping (detik)

H = Waktu pengangkutan kosong (detik)

**b) Waktu Kerja Efektif**

Produksi peralatan mekanis merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menilai kerja dari alat mekanis, dan menunjukkan bahwa semakin besarnya jam kerja efektif maka semakin tinggi pula produksi yang dihasilkan. Waktu yang digunakan alat untuk bekerja atau melakukan produksi di sebut jam kerja efektif, sedangkan waktu yang hilang akibat alat tidak mampu untuk bekerja disebut waktu hambatan. Waktu kerja efektif dapat di hitung dengan mengetahui waktu hambatan yang terjadi di lapangan, baik yang dapat dihindari maupun yang tidak dapat dihindari [5]. Waktu kerja efektif dapat dikalkulasikan dengan persamaan berikut:

$$W_e = W_p - W_h \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

W<sub>e</sub> merupakan waktu kerja efektif, (jam),

W<sub>p</sub> merupakan waktu untuk memproduksi / waktu yang tersedia, (jam),

W<sub>h</sub> merupakan waktu-waktu hambatan, (jam)

**c) Efektivitas Kerja Alat**

Efektifitas kerja merupakan tingkat keberhasilan suatu alat dalam menggunakan waktu kerja yang tersedia. Efektivitas kerja dipengaruhi oleh kondisi mekanis peralatan, kondisi fisik dan efisiensi operatornya, Untuk menentukan efektifitas kerja digunakan pendekatan sebagai berikut:

1. Mechanical Availability

Merupakan cara untuk mengetahui tingkat kemampuan alat untuk beroperasi yang dipengaruhi oleh faktor mekanis, seperti ban kempes dan kebocoran oli hidrolik. MA menunjukkan kesiapan penggunaan alat yang dinyatakan dalam % [2].

$$MA = W / (W + R) \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

MA = Mechanical Availability (100%)

- W = Jumlah jam kerja (menit)
- R = Jumlah jam untuk perbaikan alat (menit)

2. Physical Availability

Merupakan kemampuan kerja dari suatu alat yang dipengaruhi oleh, misalnya cuaca dan kemampuan operator.

Jurnal Teknik Kebumihan, Volume x, Nomor x: Oktober x

$$PA = (W+S)/(W+R+S) \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- PA = Physical Availability (PA)
- W = Jumlah jam kerja (menit)
- S = Jumlah jam suatu alat yang tidak rusak tapi tidak digunakan
- R = Jumlah jam perbaikan

3. Use of Availability

Merupakan faktor yang menunjukkan tingkat pemakaian dari suatu alat dalam kondisi siap pakai.

$$UA = W/(W+S) \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- UA = Use Of Availability (%)
- W = Jumlah jam kerja (menit)
- S = Jumlah jam suatu alat yang tidak rusak tapi tidak digunakan

4. Effective Utilization

Menunjukkan berapa persen waktu yang digunakan oleh suatu alat untuk beroperasi dalam suatu kegiatan kerja atau produksi.

$$EU = W/(T) \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- EU = Effective Utilization
- W = Jumlah jam kerja (menit)
- T = Total Jam Kerja

**d) Swell Factor dan Fill Factor**

Swell factor adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempatnya. Material dalam (insitu) ditemukan dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, tetapi apabila digali atau diberai akan terjadi pengembangan volume. Perbandingan antara volume alami (insitu) dengan volume berai (loose volume) dikenal dengan istilah faktor pengembangan/faktor pemuai/faktor pemekaran (swell factor).

**Tabel 1** Swell Factor Material [4]

No	Jenis Material	Swell Factor
1	Bauksit	0,75
2	tanah liat, kering	0,85
3	tanah liat, basah	0,82-0,80
4	Antrasit	0,74
5	Batubara bituminus	0,74

6	Biji tembaga	0,74
7	Tanah biasa, kering	0,85
8	Tanah biasa, basah	0,85
9	Tanah biasa, bercampur pasir dan kerikil	0,90
10	kerikil kering	0,89
11	Kerikil basah	0,88
12	Granit, pecah-pecah	0,67-0,56
13	Hematit, pecah-pecah	0,45
14	Bijih besi, pecah-pecah	0,45
15	Batu kapur, pecah-pecah	0,60-0,57
16	<b>Lempung</b>	<b>0,83</b>
17	Lempung, sudah ditekan	0,83
18	Pasir, kering	0,89
19	Pasiar, basah	0,88
20	Serpih ( <i>shale</i> )	0,75
21	Batu sabak ( <i>slate</i> )	0,77

Fill factor atau bucket fill factor merupakan faktor yang menunjukkan perbandingan antara kapasitas nyata dengan kapasitas teoritis alat muat yang dapat dinyatakan dalam persen [10]. Faktor ini sangat dipengaruhi oleh kehalusan bahan galian, semakin halus maka kapasitas nyata akan semakin mendekati kapasitas teoritisnya.

## 2) Faktor Keserasian Alat (Match Factor)

Hubungan yang harmonis antar alat gali muat dan alat angkut perlu diperhitungkan agar kinerja kedua pasangan alat tersebut dapat berjalan dengan optimal. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui kesesuaian alat (*match factor*) adalah sebagai berikut:

$$MF = \frac{Ndt \times CTe \times n}{Ne \times CTdt} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- Ndt : Jumlah *Dumpt Truck*
- Ne : Jumlah *Excavator*
- CTdt : Waktu Edar *Dump Truck*
- CTe : Waktu Edar *Excavator*
- n : Jumlah Pengisian *Bucket*

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Efisiensi kerja merupakan waktu kerja aktual yang digunakan alat dalam melakukan kegiatan produksi. Efisiensi kerja dapat dihitung dengan mencari selisih jam kerja yang tersedia

terhadap jam kerja actual.

**Tabel 2** Distribusi Waktu Kerja

Distribusi Waktu	Waktu (Menit)	
	<i>Excavator Catterpillar 320 GC</i>	<i>Dump Truck Mitsubishi Fuso PS 220 HD</i>
Total Jam Kerja / hari	660	660
<i>Delay Hours</i>	Isi Bahan Bakar	10
	Pemanasan Alat	15
	Pindah Lokasi	10
<i>Standby Hours</i>	Terlalu Cepat Isirahat	30
	Terlambat mulai Setelah Istirahat	30
	P5M	10
	Hujan	60
	Istirahat	60

**Tabel 3** Waktu Kerja Alat

Nama Alat	Rencana Kerja (T) Jam	Standby (S) Jam	Rusak (R) Jam	Jam Efektif (W) Jam
<i>Excavator Catterpillar 320 GC</i>	660 Menit (11 Jam)	190 Menit (3,16 Jam)	60 Menit (1 Jam)	410 Menit (6,83 Jam)
<i>Dump Truck Mitsubishi Fuso PS 220 HD</i>	660 Menit (11 Jam)	190 Menit (3,16 Jam)	60 Menit (1 Jam)	410 Menit (6,83 Jam)

Berdasarkan data di atas maka di dapatkan nilai efektifitas kinerja alat sebagai berikut.

**Tabel 4** Efektifitas Kerja Alat

	<i>Excavator Catterpillar 320 GC</i>	<i>Dump Truck Mitsubishi Fuso PS 220 HD</i>
MA	87 %	87 %
PA	90 %	90 %
UA	68 %	68 %
EU	62 %	62 %

Berdasarkan waktu edar alat yang diamati di lapangan, dari rata-rata dari 30 data yang diambil pada tambang Batu Kapur diketahui waktu edar rata-rata excavator dan dump truck masing-masing sebesar 0,31 menit dan 24,27 menit. Sedangkan jarak pergi dan kembali dump truck dari front penambangan ke disposal adalah sepanjang 1,65 km. Waktu edar berguna untuk mengetahui siklus pengangkutan dan pemuatan material, Dimana semakin tinggi waktu edar maka nilai produktifitas akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya [3]. Nilai produktifitas alat gali muat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = \frac{60}{CT} \times Kb \times Ff \times Sf \times Eff \dots\dots\dots(9)$$

$$Q = \frac{60}{0,31} \times 1,14 \times 0,87 \times 0,83 \times 0,82$$

$$Q = 128,98 \text{ bcm/jam}$$

Kb merupakan kapasitas bucket excavator sebesar 1,14 bcm yang di dapatkan dari data spesifikasi alat, ff merupakan *fill factor* senilai 0,87 yang ditentukan dari jenis material *overburden*, sf merupakan pengembangan volume suatu material setelah digali sebesar 0,83 (tergantung jenis material), eff merupakan efisiensi kerja actual alat pada lokasi penelitian sebesar 82%. Dari perhitungan di dapatkan hasil produktivitas alat gali muat *Excavator Caterpillar 320 GC* perjam sebesar 128,98 bcm/jam. Sedangkan nilai produktifitas untuk alat angkut dapat dikalkulasikan dengan cara berikut:

$$Q = \frac{Eff \times 60 \times Sf \times Kb \times n \times Ff}{CT} \dots\dots\dots(10)$$

$$Q = \frac{0,82 \times 60 \times 0,83 \times 1,14 \times 9 \times 0,87}{24,27}$$

$$Q = 15,018 \text{ bcm/jam}$$

Eff merupakan efisiensi kerja sebesar 82%, sf merupakan nilai *swell factor* sebesar 0,83, kb merupakan kapasitas bucket sebesar 1,14 bcm, n merupakan jumlah tuang bucket untuk memenuhi *dump truck* sebanyak 9 kali, ff merupakan *fill factor* material sebesar 0,87. Dari perhitungan didapatkan produktivitas satu unit alat angkut *Dump Truck Mitsubishi Fuso PS 220 HD* adalah 15,018 bcm/jam atau 3.077,18 bcm/bulan.

Kemampuan produksi dapat menggambarkan baik atau buruknya hasil pekerjaan suatu alat pemindahan tanah mekanis [1]. Untuk mengetahui jumlah produksi *overburden* yang dapat di capai selama satu bulan dapat dikalkulasikan dengan mengalikan nilai produktifitas *dump truck* dengan waktu kerja efektif/hari, jumlah hari kerja dalam satu bulan dan jumlah *dump truck* yang beroperasi. Maka nilai produksi dalam satu bulan adalah: 15,018 bcm/jam x 6,83 jam x 30 hari x 3 = 9.231,56 bcm/bulan. Dengan target produksi yang diinginkan oleh Perusahaan sebesar 42.400 bcm/bulan maka didapatkan ketercapaian produksi 21,7%.

Rendahnya ketercapaian produksi salah satunya disebabkan oleh jumlah pasangan alat gali muat dan angkut yang tidak sesuai. Hubungan yang harmonis antara alat gali dan alat muat perlu diperhatikan agar proses operasi berjalan lancar [7]. Nilai keserasian pasangan alat maka dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$MF = \frac{Ndt \times CTe \times n}{Ne \times CTdt}$$

$$MF = \frac{3 \times 0,31 \times 9}{1 \times 24,7} = 0,34$$

Dari perhitungan didapatkan nilai  $MF < 1$  yang berarti persentase kerja dari alat gali muat tidak mencapai 100 %, sedangkan persentase kerja dari alat angkut dapat mencapai 100 %, sehingga terdapat waktu tunggu yang terjadi bagi alat gali untuk menunggu alat angkut yang belum datang [8]. Agar proses penggalian *overburden* berjalan dengan optimal maka di sarankan menambahkan unit *dump truck* sebanyak 5 unit sehingga total *dump truck* yang digunakan sebanyak 8 unit *Dump Truck Mitsubishi Fuso PS 220* untuk 1 *excavator Caterpillar 320 GC*. Dengan pasangan 8 unit *Dump Truck Mitsubishi Fuso PS 220* untuk 1 *excavator Caterpillar 320 GC* maka nilai MF yang didapatkan sebesar 0,91 dan dianggap sudah optimal.

## KESIMPULAN

Produktivitas alat gali muat *Excavator Caterpillar 320 GC* perjam sebesar 128,98 bcm/jam, sedangkan produktifitas alat angkut *Dump Truck Mitsubishi Fuso PS 220 HD* adalah 3.077,18 bcm/bulan. Dengan menggunakan pasangan 1 unit *excavator* dan 3 unit *dump truck*

Jurnal Teknik Kebumihan, Volume 08, Nomor 01: Oktober 2022

didapatkan nilai match factor 0,34, dimana idealnya nilai match factor dari suatu pasangan unit kerja adalah mendekati 1. Akibat unit yang tidak serasi maka proses produksi penggalian *overburden* tidak berjalan optimal, sehingga produksi yang dapat dihasilkan hanya sebesar 9.231,56 bcm/bulan (21,7 % dari target produksi). Dengan menambahkan 5 unit *dump truk*, maka *match factor* bisa meningkat menjadi 0,91.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adinda, & Yulhendra, D. (2019). Studi Optimasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Menggunakan Metode Linear Programming Pada Perolehan Produksi Overburden PT . Surya Global Makmur Jobsite Pemusiran, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. *Jurnal Bina Tambang*, 5(2), 238–249.
- [2] Ardianti, N. A., & Prabowo, H. (2020). Estimasi Biaya dan Evaluasi Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Terhadap Efisiensi Penambangan Batubara pada Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto. *Jurnal Bina Tambang*, 5(2), 22–31.
- [3] Indra Anugrah Sidki. (2021). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut terhadap Pencapaian Target Produksi 33.792 LCM per Bulan pada Kegiatan Penambangan Andesit di PT XYZ Kecamatan Bojonegara, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Bandung Conference Series: Mining Engineering*, 1(1), 18–29.
- [4] Kadir, E. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Palembang: Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- [5] Lanjaya, B., Wardana, N. K., & Putra, B. P. (2022). Pengambilan Data Cycle Time Menggunakan Aplikasi Seconds Count Pada Kajian Produktivitas Alat Gali Muat PT .X. 22-31.
- [6] Lesmana, D. M. M., & Waterman, W. (2019). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat pada Tambang Batu Gamping di PT. SEMEN TONASA Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 1(1), 495–500
- [7] Ramadhani, A. D., Mustofa, A., & Melati, S. (2022). Optimalisasi fuel ratio alat gali muat dan alat angkut PT Borneo Alam Semesta. *Jurnal Himasapta*, 7(3), 157-168.
- [8] Sumarya. 2012. *Bahan Ajar Pemindahan Tanah Mekanis*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [9] Suwandi, E., Annisa, A., & Putri, K. S. (2022). Evaluasi produktivitas alat gali muat untuk material overburden di CV Gunung Sambung. *Jurnal Himasapta*, 7(2), 97-116
- [10] Wehansen, F., & Sundoyo. (2018). Kegiatan Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Over Burden) Penambangan Batubara Berdasarkan Produksi Pt Bara Tabang Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*, Vol, 28 No. 1, 1.