

Analisis Produktifitas Alat Berat Pada Pekerjaan Overburden Di Pit B Tambang Batu Kapur PT. Semen Baturaja Tbk

Romasi Aprilya Hasugian¹ Marinda Gusti Akhiria² Yuliantini Eka Putri³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan komputer, Universitas Baturaja, Perumahan Sion blok.C No.15 Batukuning, Baturaja Barat 32121, Sumatera Selatan

¹romasiaprilyahasugian@gmail.com, ²marindagustiakhiria@gmail.com ³yuliantini6773@gmail.com

ABSTRACT

Overburden is a layer of soil or rock that is above and directly covers the mined material so it needs to be removed first before excavation is carried out for the limestone excavation. Stripping of overburden begins with excavation using mechanical equipment in the form of an excavator loading tool and transportation equipment in the form of a dump truck located in Pit B of the limestone mine, PT. Semen Baturaja Tbk. The analysis method used is qualitative and quantitative methods, interviews. The work volume is 12,800 m³/day and based on the results of the analysis carried out, the productivity of the CAT 330 excavator at PIT B is obtained with a cycle time of 17.82 seconds (0.30 minutes) and a productivity/hour of 446.13 m³/hour with a total productivity of 6,245.82 m³/day. The productivity of the Mitsubishi Fuso 220 Ps dump truck at PIT B cycle time is 1,1880.66 seconds (20 minutes) and productivity/hour is 50,718 m³/hour with a total productivity of one dump truck of 2,130.15 m³/day. From the results of calculating the cost of heavy equipment in the field, it was concluded that the cost of heavy equipment in the field was a CAT 330 excavator Rp. 971,831.72,- and a dump truck Rp. 1,050,906,- with the same working hours for both tools, namely 14 hours. The production target for overburden work at PIT B was not achieved and there was a waiting time with the match factor value obtained being 0.36, so the actual match factor obtained by MF < 1 means it can be concluded that the excavator is waiting for the dump truck.

ABSTRAK

Overburden adalah lapisan tanah atau batuan yang berada diatas dan langsung menutupi bahan galian tambang sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dilakukan penggalian untuk galian batu kapur tersebut. Pengupasan lapisan tanah penutup (overburden) diawali dengan penggalian menggunakan peralatan mekanis berupa alat muat excavator dan alat angkut berupa dump truck yang berlokasi di Pit B Tambang batu kapur, PT.Semen Baturaja Tbk. Metode analisa yang digunakan adalah metode kualitatif dan kuantitatif, wawancara. Volume pekerjaan 12.800 m³/hari dan berdasarkan hasil analisa yang dilakukan diperoleh Produktifitas excavator CAT 330 di PIT B dengan cycle time 17,82 detik (0,30 menit) dan produktifitas/jam sebesar 446,13 m³/jam dengan Produktifitas total 6.245,82 m³/hari. Produktifitas Dump truck Mitsubishi fuso 220 Ps di PIT B cycle time 1.1880,66 detik (20 menit) dan produktifitas/jam sebesar 50,718 m³/jam dengan produktifitas total satu dump truck sebesar 2.130,15 m³/hari. Dari hasil perhitungan biaya alat berat yang ada dilapangan maka didapat kesimpulan bahwa biaya alat berat dilapangan yaitu excavator CAT 330 Rp.971.831,72,- dan Dump truck Rp.1.050.906,- dengan jam kerja yang sama antara kedua alat yaitu 14 jam. Tidak tercapainya target produksi untuk pekerjaan overburden di PIT B dan terdapat waktu tunggu dengan nilai match faktor yang didapatkan sebesar 0,36 jadi secara aktual match faktor yang diperoleh MF < 1 maka dapat disimpulkan bahwa alat excavator menunggu alat angkut (dump truck).

Kata Kunci : Overburden, Produktifitas, Dump truck dan Excavator

1. PENDAHULUAN

Dalam melakukan pertambangan batukapur terdapat beberapa jenis lapis tanah yaitu lapisan pertama top soil dan sub soil, lapisan kedua pasir dan overburden, lapisan terakhir adalah batukapur. Dalam hal ini lapisan tanah penutup (overburden) merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh kontraktor untuk mendapatkan batukapur. Overburden adalah semua lapisan tanah atau batuan yang berada diatas dan langsung menutupi lapisan bahan galian berharga sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dilakukan penggalian untuk galian batukapur tersebut. Pengupasan lapisan tanah penutup (overburden) diawali dengan penggalian menggunakan peralatan mekanis berupa alat muat excavator dan alat angkut berupa dump truck yang berlokasi di Pit B Tambang batu kapur, PT.Semen Baturaja Tbk. Pekerjaan pemindahan tanah meliputi semua pekerjaan yang berhubungan dengan tanah, mulai dari penggalian (digging), pemuatan (loading), pemadatan (compacting), pengangkutan (hauling), penimbunan (dumping) tanah atau bebatuan yang menggunakan alat-alat mekanis atau alat-alat berat. Pada pekerjaan pemindahan tanah yang berskala besar penggunaan tenaga manusia sudah tidak efisien lagi, baik dari waktu maupun biaya karena kompleksnya pekerjaan tanah. Sehingga dicari alternatif lain yaitu pemakaian alat berat, karena alat berat memiliki keunggulan-keunggulan teknis dalam menyelesaikan pekerjaan dan perkembangan teknologi alat berat kini semakin maju, jenis dan tipe alat berat sekarang ini sudah banyak dan mempunyai spesifikasi serta fungsi yang berbeda sesuai dengan kondisi pekerjaan tanah. Perencanaan produktifitas penggunaan alat berat dalam pertambangan perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah biaya yang dibutuhkan dalam proses penggalian baik biaya operator maupun sewa alat berat yang diperlukan dalam pekerjaan pertambangan batu kapur di PT. Semen Baturaja. Pemilihan alat berat dan kombinasi yang tepat akan membuat pekerjaan berjalan dengan lancar. Kombinasi alat berat merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menentukan jumlah alat berat dan menghitung waktu serta biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan. Pada tambang batu kapur ini membutuhkan alat berat utama excavator untuk mendapatkan produktifitas yang optimum agar kerugian dan keterlambatan pekerjaan dapat diminimalisir dengan baik dan benar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Overburden

Pengupasan lapisan tanah penutup (Overburden) adalah pekerjaan awal dalam suatu operasi pertambangan, Adapun dalam pekerjaan pengupasan lapisan tanah penutup sangat penting agar didapat *stripping ratio* yang baik dan *recovery* batu kapur yang tinggi. Tanah merupakan salah satu material yang diperlukan dalam suatu pekerjaan, keawetan suatu konstruksi tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah. Pada umumnya tanah dalam keadaan asli terdiri dari dua bagian yaitu: Bagian padat (Solid) terdiri dari partikel tanah yang padat, dan Bagian pori (Voids) merupakan bagian tanah yang berisi air dan udara.

2.2. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah ilmu yang berhubungan dengan kategorisasi tanah berdasarkan karakteristik yang membedakan masing-masing jenis tanah, definisi dari kelas-kelas yang digunakan untuk menggolongkan tanah, kriteria yang menentukan penggolongan tanah, hingga penerapannya dilapangan. Klasifikasi tanah sangat berguna dalam pekerjaan pemindahan tanah karena dengan mengetahui jenis tanah maka akan didapat gambaran tentang alat berat yang akan digunakan untuk jenis tanah tersebut. Adapun klasifikasi tanah tersebut sebagai berikut :

1. Tanah Berat (tanah liat dan sebagainya)

Tanah liat dalam keadaan kering akan menjadi keras, sedangkan apabila dalam keadaaan basah tanah liat akan menjadi lunak dan lengket. Tanah liat dalam keadaan basah akan sulit digusur karena kohesinya yang kuat dan merata diantara butir-butirnya. Tanah liat ini apabila kadar airnya sudah sangat tinggi akan menjadi lumpur.

2. Tanah Keras (cadas, lapisan batuan dan sebagainya)

Tanah jenis cadas dan lapisan-lapisan batuan memerlukan tenaga mesin yang lebih besar dalam pekerjaannya, karena kedudukannya yang sangat teguh di dalam permukaan dan tidak mudah tergeser, hal ini dapat mengganggu pekerjaan.

3. Lumpur (tanah dengan kadar air yang berlebihan)

Lumpur juga merupakan salah satu penghalang dalam pekerjaan penggalian tanah. Lumpur dapat terjadi karena banyaknya kadar air yang berada di dalam tanah yang tergantung dari ukuran butir tanah, tanah dengan butiran halus akan lebih cepat menjadi lumpur karena ruang-ruang kosong diantara butiran tanah dapat menampung air yang besar bila dibandingkan dengan tanah yang butiran besar.

4. Tanah yang mudah dikerjakan (pasir, tanah berpasir dan sebagainya)

2.3. Pengertian dan Analisis pemilihan Alat Berat

Alat berat adalah peralatan teknologi mesin yang berukuran besar dan menggunakan teknologi yang didesain untuk mempermudah suatu pekerjaan konstruksi bangunan, pekerjaan jalan, pertambangan dan lainnya. Dengan keberadaan alat berat pada suatu proyek sangatlah penting karena dapat menunjang pembangunan infrastruktur ataupun dalam mengeksplorasi hasil dari pertambangan. Keuntungan dalam menggunakan alat berat yaitu dalam segi waktu, tenaga yang cukup besar serta nilai ekonomi lainnya. Alat berat diciptakan untuk membantu pekerjaan konstruksi dan pekerjaan bidang sipil lainnya yang bersifat berat apabila dikerjakan oleh tenaga manusia, beroperasi menggunakan motor baik dengan atau tanpa roda, tidak melekat secara permanen serta dapat beroperasi di area tertentu, tapi tidak terbatas pada area konstruksi, perkebunan, kehutanan, dan pertambangan. Alat Berat menjadi faktor yang sangat penting dalam proyek, alat berat yang digunakan untuk menggali adalah excavator dan untuk mengangkut digunakan dump truck. Pemilihan Alat berat penting untuk keberhasilan melaksanakan pekerjaan yang lebih mudah, cepat dan efektif.

- **Excavator**

Excavator merupakan alat yang digunakan untuk menggali tanah dengan hasil galian yang rata, pemilihan kapasitas bucket harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan oleh excavator. Fungsi utama pada alat ini adalah untuk menggali, memuat, mengangkat material/tanah kedalalamat angkut tanpa berpindah tempat. Gerakan-gerakan backhoe dalam beroperasi terdiri dari :

- Mengisi bucket (land bucket)
- Mengayun
- Membongkar beban (dump loaded)
- Mengayun balik (swing empty)

Empat gerakan ini dapat menentukan lama waktu siklus dan tergantung pada ukuran backhoe, semakin kecil ukuran maka siklus akan lebih cepat. Dalam perhitungan cut-fill harus mampu menentukan spesifikasi alat berat yang digunakan, agar mampu menyelesaikan pekerjaan dengan optimal baik dari segi biaya dan waktu.

Spesifikasi Excavator 320 :

Berat Operator/ Kap. Engine	21.300 Kg/ 117,3 Kw
Kapasitas Bucket	1,15 m ³
Maks. Radius Digging	9,86 m
Maks. Kedalaman Digging	6,72 m
Maks. Ketinggian Digging	5,19 m
Merek Alat	Kobilco

- **Dump Truck**

Dump truck adalah alat pengangkut yang digunakan untuk mengangkut material pada jarak pendek hingga sedang, karena kecepatan yang tinggi sesuai dengan keadaan jalan, maka dump truck mempunyai produktivitas yang tinggi sehingga biaya angkut yang lebih rendah. Kelebihan dump truck adalah luwes atau fleksibel, yang berarti dapat dipakai untuk mengangkut bermacam-macam material dengan bentuk dan jumlah yang beragam. Dump truck dibuat dengan berbagai ukuran kapasitas mulai dari 3 ton sampai 30 ton, penggunaannya disesuaikan dengan masing-masing medan kerja.

Spesifikasi Dump Truck :

1. Dump truck Mitsubishi fuso 220 ps
2. Dimensi Panjang 8,705 mm
3. Lebar 2,425 dan tinggi 2,725 mm
4. Memiliki berat 16 ton, mampu mengangkut barang mencapai 8,6 ton
5. Kapasitas bak dump truck 15,5m³.

2.4. Metode Perhitungan Produksi Alat Berat

a) Waktu Siklus

Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama dalam kegiatan ini adalah menggali, memuat, memindahkan, dan kembali kegiatan awal. Pekerjaan tersebut dapat dilakukan oleh alat berat.

Waktu Siklus Excavator (menit) :

No	Jenis Material	Ukuran Alat		
		<0,76 m3	0,93-1,72 m3	>1,72 m3
1	Kerikil, pasir, tanah organis	0,42	0,30	0,40
2	Tanah Lempung Lunak	0,30	0,375	0,50
3	Batuan, Lempung Keras	0,375	0,462	0,60

b) Produktifitas Alat Berat

$$P = \frac{KB \times EFF \times FF \times SF \times 60}{CT} \times \text{Densitas Overburden}$$

Keterangan :

P : Produktifitas alat

Kb : Kapasitas bucket specs alat

Ff : Faktor koreksi pengisian bucket

Sf : Swell faktor

Eff : Efisiensi kerja alat

Ct : Waktu edar ala excavator, detik

Produktifitas tergantung pada kapasitas bucket, efisiensi kerja, dan waktu edar (cycle time). Untuk alat muat excavator 1kali waktu edar terdiri dari 4 segmen yaitu waktu gali, waktu swing isi, waktu isi, dan waktu swing kosong.

c) Efisiensi Kerja

Cara yang umum digunakan untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan cara menghitung berapa menit alat bekerja secara efektif dalam satu jam, contohnya jika dalam satu jam waktu efektif alat kerja adalah 45 menit maka dapat dikatakan efisiensi alat adalah 40/60 atau 0,75.

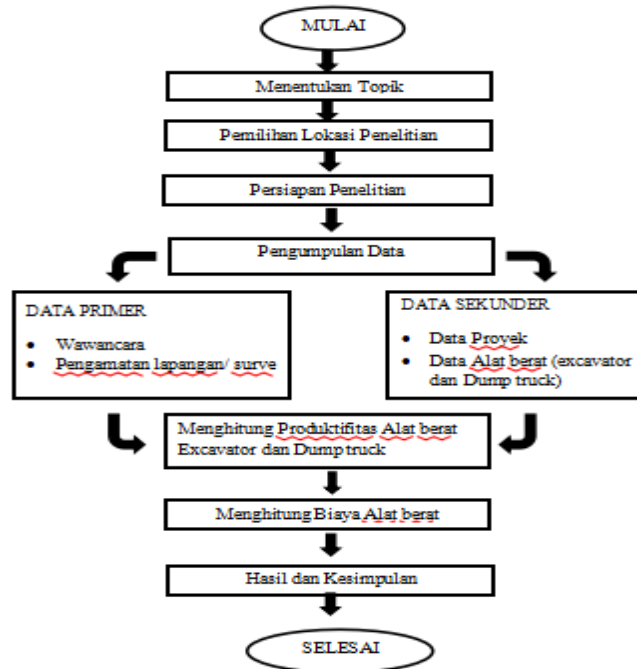
Produktifitas perjam dari suatu peralatan yang diperlukan adalah standar dari alat yang dalam keadaan ideal dikalikan dengan faktor efisiensi kerja, karena sulit untuk mendapatkan produktifitas perjam yang sesuai dilapangan. Efisiensi kerja juga disebut faktor koreksi, sehingga produktifitasnya mendekati dilapangan.

Tabel Efisiensi Kerja Alat :

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,61
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,62	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,51	0,45
Buruk sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

Angka dalam warna kelabu adalah tidak disarankan. Faktor Efisiensi ini adalah yang disarankan atas kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum.

3. METODE PENELITIAN



3.1. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui ketentuan yang disusun secara sistematis. Penelitian dapat digunakan untuk memastikan semua data yang dibutuhkan tersusun rapi agar bisa melakukan proses pengambilan data. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini mengenai analisa produktifitas alat berat pekerjaan overburden di Pit B Tambang kapur PT.Semen Baturaja Tbk.

Berikut Data Penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data, yaitu :

a. Data Primer

Data Primer adalah data yang bisa langsung didapatkan dengan melakukan wawancara langsung dilapangan dengan pelaksana pekerjaan, pengawas lapangan, dan staf teknis dari tempat pelaksanaan penelitian maupun melakukan pengamatan langsung dilapangan terhadap suatu objek dengan menggunakan seluruh indra, pengamatan dilakukan langsung dilokasi penelitian untuk mendapatkan data yang akurat. Data yang diperlukan dalam penelitian sebagai berikut :

- a) Cycle Time Alat angkut
- b) Volume galian
- c) Dokumentasi Lapangan
- d) Jenis spek alat yang digunakan dilapangan

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait atau studi-studi yang pernah dilakukan, yang digunakan sebagai pendukung data primer dan menambah informasi yang berkaitan dengan kerangka penelitian. Berikut data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian, yaitu :

- a) Peta Lokasi
- b) Spesifikasi Alat
- c) Penelitian Terdahulu
- d) Cycle time alat muat/ excavator

3.2. Analisis Data

Data yang telah terkumpul baik data primer maupun data sekunder akan diolah menggunakan Metode kualitatif dan kuantitatif. Dalam melakukan Penelitian digunakan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Persiapan Penelitian

Dalam proses persiapan hal yang dilakukan adalah pengumpulan data-data yang digunakan untuk penulisa laporan tugas akhir.

b. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian memiliki beberapa tahap yang dilakukan dari pengumpulan literatur sampai pengambilan data yang dilakukan dilapangan langsung untuk penyusunan laporan.

c. Penyusunan Laporan

Setelah semua data didapatkan tahap selanjutnya yaitu menganalisa untuk melaksanakan penyusunan laporan tugas akhir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

untuk menganalisa efektifitas alat dan biaya dengan volume pekerjaan 2.500m³. Berikut gambar lokasi pekerjaan :



4.1. Spesifikasi Alat

Alat yang ditinjau pada penelitian ini adalah excavator dan damp-truck, Spesifikasi alat yang digunakan :

1. Excavator

Merk dan Type : Caterpillar Pc-330

Kapasitas Bucket : 1,19 m³



2. Dump Truck

Merk dan Type : Mitsubishi Fuso 220 Ps

Kapasitas : 15,5 m³



4.2. Produktifitas Alat Muat dan Angkut

Produktifitas alat muat (excavator) dan Alat angkut (dump truck) meliputi efisiensi kerja, waktu edar, faktor bucket, faktor pengembangan (swell faktor) dan produksi alat muat dan angkut.

a. Efisiensi Kerja :

Efisiensi kerja yaitu perbandingan antara waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia. Waktu kerja yang ditetapkan oleh PT Semen Baturaja Tbk adalah 16 jam/hari dan waktu istirahat yang disediakan adalah 2jam/hari, sehingga didapatkan waktu kerja yang efektif per hari adalah 14 jam/hari.

Tabel 4.1 Efisiensi Kerja dalam satu shift

Aktifitas	Waktu (menit)	
	Produktif	Non Produktif
Persiapan, cek alat dan pemanasan mesin		10
Menuju Front penambangan		10
Pengisian dan pengangkutan	340	
Istirahat		60
Pengisian dan pengangkutan	290	
Istirahat		60
Menuju front penambangan		10
Pengisian dan pengangkutan	170	
Total	800	160

Waktu kerja produktif : 800 menit

Waktu kerja tersedia : 960 menit

Efisiensi Kerja :

$$\frac{\text{waktu kerja produktif}}{\text{waktu kerja tersedia}} \times 100 \%$$

$$: \frac{800 \text{ menit}}{960 \text{ menit}} \times 100\%$$

: 83 %

b. Waktu Edar(Cycle Time)

Waktu edar adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh alat menurut suatu siklus. Siklus alat muat yang dimaksud adalah mulai dari waktu pengerukan, waktu putar, waktu penumpahan, dan waktu putar kosong. Sedangkan siklus damp-truck adalah waktu parkir muat, waktu angkut isi, waktu parkir dumping, waktu dumping, dan waktu kosong.

$$\text{Cycle Time Excavator : } \frac{534,62 \text{ detik}}{30} \\ \text{ : 17,82 detik} \\ \text{ : 0,30 menit}$$

$$\text{Cycle Time Damp-truck : } \frac{35,420 \text{ detik}}{30} \\ \text{ : 1.180,66 detik} \\ \text{ : 20 menit}$$

c. Faktor Bucket

Faktor bucket adalah persentase perbandingan antara volume bucket nyata muat dengan volume/ kapasitas teoritis bucket alat sesuai dengan spesifikasi alat muat yang digunakan, semakin halus dan baik material yang dimuat maka nilai faktor bucket hampir mendekati satu atau setara dengan mengikuti volume bucket Adapun kondisi volume bucket pada PT Semen tbk, yaitu kondisi pemuatan sedang dengan hasil peledakan batuan yang baik dan nilai faktor bucket-nya adalah 0,95 dapat dilihat dari tabel dibawah ini

Tabel Faktor bucket pengisian alat :

Kondisi Pengalihan	Jenis Tanah galian	Faktor Bucket
Mudah	Tanah liat dan tanah yang lunak	1,0 – 1,1
Sedang	Tanah yang gembor dengan kerikil diameter kecil	0,95 – 1,0
Cukup sulit	Dengan hasil peledakan batuan yang baik	0,90 – 0,95
Sulit	Dengan hasil peledakan batuan yang jelek	0,85 – 0,90

d. Faktor Pengembangan

Pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material (tanah) yang diganggu dari bentuk aslinya. Faktor pengembangan material dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah, diketahui nilai swell faktor untuk jenis material overburden adalah 57%.

Macam Material	Swell Faktor
Tanah liat, kering	0,75
Tanah liat, basah	0,82 – 0,80
Batubara Bituminous	0,74
Tanah biasa, kering	0,85
Tanah biasa, basah	0,85
Tanah biasa, bercampur pasir dan kerikil	0,90
Kerikil kering	0,89
Kerikil basah	0,88
Granit, pecah-pecah	0,67 – 0,56
Batu kapur, pecah-pecah	0,6 – 0,57
Lumpur	0,83
Pasir, kering	0,89

4.3. Produksi Alat Berat :

4.3.1. Excavator

Adapun hasil dari pengukuran dan perhitungan dilapangan maka didapatkan produksi alat muat excavator yaitu :

$$P = \frac{KB \times Eff \times FF \times SF \times 60}{CT} \times \text{Densitas Overburden}$$

Tipe Alat	: Caterpillar 330
Kapasitas Bucket (Kb)	: 1,5 m3
Kondisi Alat	: Brendnew (baru/ baik sekali)
Kondisi Operator	: Baik Sekali
Factor Bucket (Ff)	: 0,95
Efisiensi Kerja (Eff)	: 83,33%
Densitas OB (D)	: 2,3 m3
Cycle time (CT)	: 0,30 menit
Swell Factor (SF)	: 0,82

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{1,5 \times 0,83 \times 0,95 \times 0,82 \times 60 \times 2,3}{0,30} \\ &= \frac{133,84}{0,30} \\ &= 446,13 \text{ m3/jam} \end{aligned}$$

Maka Produktifitas alat muat excavator CAT 330 untuk overburden yaitu 446,13 m3/jam.

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas/ hari} &= \text{Produktifitas/jam} \times \text{Jam kerja/hari} \\ &= 446,13 \text{ m3/jam} \times 14 \text{ jam/hari} \\ &= 6.245,82 \text{ m3/hari} \end{aligned}$$

Jadi, Produktifitas overburden di Pit B untuk satu hari dengan satu unit alat excavator CAT 330 adalah sebesar 6.245,82 m3/hari.

4.3.2. Produksi Alat Angkut Dump Truck

Adapun dari hasil pengukuran dan perhitungan dilapangan maka didapatkan produksi alat angkut damp-truck yaitu :

$$P = \frac{n \times KB \times Eff \times Ff \times Sf \times 60}{CT} \times \text{Densitas Overburden}$$

Type alat	: Mitsubishi Fuso 220 Ps
Kapasitas bucket excavator	: 1,5 m3
Kondisi Alat	: Second (baik)
Kondisi Operator	: Baik
Faktor Bucket	: 0,90
Jumlah Pengisian	: 8 kali
Efisiensi Kerja	:83%
Cycle Time	: 20 menit
Swell Factor	: 0,82
Densitas overburden	: 2,3 m3

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{8 \times 1,5 \times 0,90 \times 0,83 \times 0,82 \times 60 \times 2,3}{20} \\ &= \frac{1.014,36}{20} \end{aligned}$$

$$= 50,718 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jika dalam satu hari waktu kerja efektif adalah 14 jam, maka Produktifitas alat muat dump truck Mitsublishi Fuso 220 per unit untuk Overburden adalah :

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas Total/ hari} &= \text{Produktifitas/jam} \times \text{Jam kerja/hari} \\ &= 50,718 \text{ m}^3/\text{jam} \times 14 \text{ jam/hari} \\ &= 710,052 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi Produktifitas overburden di Pit B untuk satu hari dengan 1 unit alat excavator CAT 330 dan 3 unit dump truck adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas total/hari} &= \text{Produktifitas Total/hari} \times \text{jumlah dump truck} \\ &= 710,052 \text{ m}^3/\text{hari} \times 3 \text{ unit dump truck} \\ &= 2.130,15 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dengan pencapaian target Produksi per hari sebesar 2.130,15 m³/hari maka PT. Pembangunan Sarana Perkasa belum mampu memenuhi kebutuhan target produksi harian yang ditetapkan atau tidak mencapai target yaitu 12.800 m³/hari.

4.4. Biaya Alat Berat

1. Excavator

Data alat excavator yang digunakan adalah :

Jenis Excavator	: Caterpillar 330
Tenaga (Pw)	: 275 HP
Kapasitas (cp)	: 1,5 m ³
Umur Ekonomis (A)	: 5 tahun
Harga alat (B)	: 1.500.000.000
Tingkat suku bunga (i)	: 6%
Upah Operator (U1)	: 40.000/jam
Upah pembantu operator (U2)	: 25.000/hari
Bahan Bakar bensin (Mb)	: 12.000/liter
Bahan bakar solar	: 18.550/liter
Minyak pelumas (Mp)	: 38.700/liter

A. Biaya pasti perjam kerja alat :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Nilai sisa alat pertahun (C)} &= 10\% \times B \\ &= 10\% \times 1.500.000.000 \\ &= \text{Rp. } 150.000.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Faktor angsuran modal pertahun (D)} &= \frac{i \times ((1+i)^a)}{((1+i)^a - 1)} \\ &= \frac{6\% \times (1+6\%)^5}{(1+6\%)^5 - 1} \\ &= 0,0636 \end{aligned}$$

3. Biaya Pasti perjam :

a) Biaya pengembalian modal perjam (E)

$$\begin{aligned} &= \frac{(B - C) \times D}{W} \\ &= \frac{(1.500.000.000 - 150.000.000) \times 0,0636}{4368} \\ &= \frac{(1.350.000.000) \times 0,0636}{4368} \\ &= \text{Rp. } 19.656,59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asuransi, dll perjam (F)} &= \frac{0,20\% \times B}{w} \\ &= \frac{0,002 \times 1.500.000.000}{4368} \\ &= \text{Rp. } 686,813 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pasti perjam (G)} &= E+F \\ &= \text{Rp. } 19.656,59 + 686,813 \\ &= \text{Rp. } 20.343,40 \end{aligned}$$

B. Biaya Operasi Perjam kerja alat :

$$\begin{aligned} \text{a) Bahan Bakar (H)} &= (15\%) \times Pw \times Mb \\ &= (0,15) \times 275 \times 12.000 \\ &= \text{Rp. } 495.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Pelumas (I)} &= (2,5\%) \times Pw \times Mp \\ &= (0,025) \times 275 \times 38.700 \\ &= \text{Rp. } 266.062,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Perawatan dan Perbaikan (J)} &= \frac{(12,5\%) \times B}{w} \\ &= \frac{(0,125) \times 1.500.000.000}{4368} \\ &= \text{Rp. } 42.925,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Operator (K)} &= (1 \text{ orang/jam}) \times U1 \\ &= 1 \times 60.000 \\ &= \text{Rp. } 60.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Pembantu Operator (L)} &= 1 \text{ orang/jam} \times U2 \\ &= 1 \times 37.500 \\ &= \text{Rp. } 37.500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) Biaya Makan Operator (M)} &= 25.000 \times \text{operator} \times \text{pembantu} \\ &= 25.000 \times 2 \\ &= \text{Rp. } 50.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) Biaya operasi perjam (N)} &= H+I +J+K+L+M \\ &= 495.000,00 + 266.062,5 + 42.925,82 + 60.000 + 37.500 + 50.000 \\ &= \text{Rp. } 951.488,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C. Total biaya alat / jam} &= G+N \\ &= \text{Rp. } 20.343,406 + 951.488,32 \\ &= \text{Rp. } 971.831,72/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Damp-Truck

Data alat excavator yang digunakan adalah :

Jenis Excavator	: Mitsubishi Fuso 220
Tenaga (Pw)	: 220 bhp
Kapasitas (cp)	: 10,5 m ³

Umur Ekonomis (A)	: 7 tahun
Harga alat (B)	: Rp. 875.000.000
Tingkat suku bunga (i)	: 6%
Upah Operator (U1)	: 35.000/jam
Bahan Bakar (Ms)	: Rp. 21.550/liter
Minyak pelumas (Mp)	: 38.700/liter

A. Biaya pasti perjam kerja alat :

$$\begin{aligned}
 1. \text{Nilai sisa alat (C)} &= 10\% \times B \\
 &= 10\% \times 875.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 87.500.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{Faktor angsuran modal pertahun (D)} &= \frac{i \times ((1+i)^a)}{((1+i)^a - 1)} \\
 &= \frac{6\% \times (1+6\%)^7}{(1+6\%)^7 - 1} = 0,0636
 \end{aligned}$$

3. Biaya Pasti perjam :

a. Biaya pengembalian modal perjam (E)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(B - C) \times D}{W} \\
 &= \frac{(875.000.000 - 87.500.000) \times 0,0636}{4368} \\
 &= \frac{(787.500.000) \times 0,883981}{5040} \\
 &= \text{Rp. } 11.466,34
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \text{ Asuransi, dll perjam (F)} &= \frac{0,20\% \times B}{W} \\
 &= \frac{0,002 \times 875.000.000}{4368} \\
 &= 400,64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \text{ Biaya pasti perjam (G)} &= E + F \\
 &= \text{Rp. } 11.466,34 + 400,64 \\
 &= \text{Rp. } 11.866,98
 \end{aligned}$$

B. Biaya Operasi Perjam kerja alat :

$$\begin{aligned}
 \text{a) Bahan Bakar (H)} &= (15\%) \times Pw \times Ms \\
 &= (0,15) \times 220 \times 21.550 \\
 &= \text{Rp. } 711.150
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) Pelumas (I)} &= (2,5\%) \times Pw \times Mp \\
 &= (0,025) \times 220 \times 38.700 \\
 &= \text{Rp. } 212.850,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) Perawatan dan Perbaikan (J)} &= \frac{(12,5\%) \times B}{w} \\
 &= \frac{(0,125) \times 875.000.000}{4368} \\
 &= \text{Rp. } 25.040,06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Operator (K)} &= (1 \text{ orang/jam}) \times U1 \\ &= 1 \times 40.000 \\ &= \text{Rp. } 40.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Biaya Makan Operator (L)} &= 25.000 \times \text{operator} \times \text{pembantu} \\ &= 25.000 \times 2 \\ &= \text{Rp. } 50.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) Biaya operasi perjam (M)} &= H+I +J+K+L \\ &= 711.150 + 212.850 + 25.040,06 + 40.000 +50.000 \\ &= \text{Rp. } 1.039.040,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C. Total biaya alat / jam} &= G + M \\ &= \text{Rp. } 11.866,98 + 1.039.040,00 \\ &= \text{Rp. } 1.050.906 \text{ /jam} \end{aligned}$$

4.3.4. Perhitungan Kesorasian dan Kombinasi Kerja Alat

Kesorasian alat berat dalam melakukan pekerjaannya memiliki peran dalam tercapainya target produksi. Kesorasian kerja alat excavator dan dump truck perlu diperhatikan sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan alat yang dapat mengganggu kegiatan penambangan. Nilai *match factor* memiliki tiga kondisi sebagai berikut :

- $Mf = 1$, dimana alat excavator dan damp-truck 100% atau mendekati serasi
- $Mf < 1$, Alat excavator memiliki waktu tunggu sedangkan alat damp-truck bekerja 100%
- $Mf > 1$, dimana Alat damp-truck memiliki waktu tunggu sedangkan alat excavator bekerja 100%.

Dalam mengukur nilai *match factor* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{Na \times Ctm \times n}{Nm \times Cta}$$

Diketahui :

Na	: Jumlah Damp-truck (unit)	= 3 unit
Nm	: Jumlah Excavator (unit)	= 1 unit
Ctm	: Waktu edar Excavator (menit)	= 0,30 menit
Cta	: Waktu edar Damp-truck (menit)	= 20 menit
N	: Banyak Pemuatan	= 8 kali

$$\begin{aligned} MF &= \frac{Na \times (Ctm \times n)}{Nm \times Cta} \\ &= \frac{3 \times (0,30 \times 8)}{1 \times 20} \\ &= 0,36 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *match factor* diperoleh kesorasian kerja alat gali- muat dan angkut 0,36. Hal ini berarti $MF < 1$ berarti persentase kerja dump truck tidak mencapai 100% sedangkan Persentase kerja alat Excavator dapat mencapai 100% sehingga terdapat waktu tunggu yang terjadi bagi excavator untuk menunggu dump truck yang belum datang. Namun meskipun demikian target produksi Overburden di Pit B PT Semen Tbk masih dapat tercapai.

Pada kenyataan dilapangan, efisiensi pekerja tidak mungkin berada di 100%. Hambatan- hambatan dalam bekerja merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja, mulai dari hambatan yang dapat dihindari sampai hambatan yang tidak terhindari seperti keadaan alam, hujan, dan kecelakaan kerja. Pada kondisi ini, kebutuhan optimal untuk dump truck mencapai kesorasian *match factor* mendekati 1 dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut :

• Excavator :

- Jam kerja yang dibutuhkan $= \frac{\text{volume galian tanah}}{\text{produktifitas/jam}} = \frac{12.800}{446,13}$
= 28,6911 jam
- Waktu kerja yang tersedia = Hari kerja x jam kerja
= 30 x 14
= 420 jam
- Excavator yang dibutuhkan $= \frac{\text{jam kerja}}{\text{waktu kerja}} = \frac{14}{420} = 0,0333$
= 1 unit excavator
- Lama waktu Pekerjaan/ hari yang dibutuhkan $= \frac{\text{total kerja}}{\text{waktu kerja/hari}} = \frac{12.800}{14}$
= 2,049 hari

• Damp-truck :

Volume yang diangkut = 12.800 ton/hari

Produksi Dump truck/ jam = 50,718 ton/ jam

Produksi Excavator/ jam = 446,13 ton/jam

- Jumlah Dump truck (n) $= \frac{\text{Produktifitas excavator/ jam}}{\text{Produktifitas Dump truck/jam}}$
 $= \frac{446,13}{50,718} = 8,796$
= 8 unit Dump truck

- Lama waktu pekerjaan/ hari yang dibutuhkan :

$$= \frac{\text{Volume Angkutan}}{\text{Produksi excavator/hari}}$$

$$= \frac{12.800}{446,13} = 28,6911 \text{ /jam}$$

$$= 5,603 \text{ jam/ 14}$$

$$= 2,049 \text{ hari}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti berdasarkan survei lapangan maka, dapat diambil kesimpulan bahwa pekerjaan penggalian overburden di PIT B tambang batupaku PT Semen Baturaja sebagai berikut :

1. Produktifitas excavator CAT 330 di PIT B dengan *cycle time* 17,82 detik (0,30 menit) dan produktifitas/jam sebesar 446,13 m³/jam dengan Produktifitas total 6.245,82 m³/hari. Produktifitas Dump truck Mitsubishi fuso 220 Ps di PIT B *cycle time* 1.1880,66 detik (20 menit) dan produktifitas/ jam sebesar 50,718 m³/jam dengan produktifitas total satu dump truck sebesar 2.130,15 m³/hari.
2. Dari hasil perhitungan biaya alat berat yang ada di lapangan maka didapat kesimpulan bahwa biaya alat berat di lapangan yaitu excavator CAT 330 Rp.971.831,72,- dan Dump truck Rp.1.050.906,- dengan jam kerja yang sama antara kedua alat tersebut yaitu 14 jam.
3. Tidak tercapainya target produksi untuk pekerjaan overburden di PIT B, dan terdapat waktu tunggu dengan nilai *match faktor* yang didapatkan sebesar 0,36 jadi secara aktual *match faktor* yang diperoleh MF < 1 maka dapat disimpulkan bahwa alat excavator menunggu alat angkut (dump truck).
4. Setelah dilakukan perhitungan/simulasi untuk mendapatkan efektifitas alat dengan target produksi yang ditetapkan oleh PT. Semen Baturaja Tbk sebesar 12.800 m³/hari maka dibutuhkan 1 unit excavator caterpillar 330 dan 8 unit dump truck ps 220.

5.2 Saran

Dari pengamatan lapangan yang diamati, saya sebagai peneliti di PIT B tambang batupur PT Semen Baturaja Tbk mempunyai beberapa saran, yaitu :

1. Menambah jumlah unit Dump Truck agar hasil Produksi Overburden per hari sesuai dengan target yang diberikan oleh PT Semen Baturaja Tbk.
2. Pada lokasi *loading* overburden lebih diperhatikan akses jalan untuk alat Damp-truck, dikarenakan kerap terjadi perbaikan jalan yang disebabkan jalan yang licin sehingga damp-truck tidak bisa masuk atau keluar ke lokasi overburden terutama saat musim hujan dan hal ini dapat membahayakan untuk para pekerja.
3. Pengaktifan kembali timbangan yang ada untuk mengurangi jarak tempuh yang panjang dan untuk meningkatkan produktifitas dari damp-truck itu sendiri sehingga dapat mencapai target produksi yang diinginkan tanpa ada waktu tunggu yang cukup panjang bagi excavator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Kholol, ST., MT.2014. *Buku Alat Berat*. Diterbitkan oleh Pt. Remaja Rosdakarya.
- [2] Diktat Kuliah. 1995. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Penerbit Teknik Pertambangan UNSRI.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, 2016. *Spesifikasi Umum*. Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga.
- [4] Darmansyah Nabar, Ir. 1995. *Diktat Kuliah Alat Berat*. Penerbit Politeknik UNSRI.
Febrianti, D., Zakia., 2018. *Analisis Produktifitas Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Pada Pekerjaan Galian Tanah*. Universitas Teuku Umar.
- [5] Fitri, Ida, 2020. *Produktifitas, Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator dan Dump Truck Pada Pekerjaan Galian Tanah*. Univeritas Islam Kalimantan
- [6] Irfan, M., 2018. *Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas UII*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [7] Rostiyanti, S.F. 2002. *Alat Berat Untuk Proyek Kontruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [8] Rachmanhadi, Ir. 1990. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Penerbit Pekerjaan umum, Jakarta.
- [9] Tony Harley Silalahi, Ir. 1998. *Perhitungan Kapasitas Produksi Alat-Alat Berat*. Penerbit Pekerjaan Umum