

# ANALISIS KESERASIAN ALAT GALI MUAT DAN ANGKUT BATUBARA DALAM PRODUKSI OVERBURDEN DI PIT ALAM 1-3 DI PT. MUARA ALAM SEJAHTERA, KABUPATEN LAHAT, SUMATERA SELATAN

Ari Dwi Ananda<sup>\*</sup>, Harizona Aulia Rahman<sup>1</sup>, and Heri Prabowo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

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

**Abstract.** *Excavation equipment is loaded by excavators and transported by coal dump trucks from the mining front to the stockpile and transportation of overburden to the disposal. Smooth production must of course be supported by the type of excavator with the appropriate bucket capacity of the dump truck used so that there is no queue so that coal production is in accordance with the plan and is more efficient for using production equipment and affects costs later. Coal excavation-loading equipment production on Hitachi ZX350 LC excavator in one month amounted to 95.984 tons / month. And the production of Dongfeng Tianlong KC 4 × 6 dump truck conveyance in one month is 14.953 tons / month. The production of overburden excavation tools on the XCMG XE-1250 excavator in one month amounted to 194.548,73 Bcm / month. And the production of LGMG CMT 106 conveyance in one month amounted to 21.843,5 Bcm / month. To make the match factor value = 1.00 or close to 1.00, it is better to reduce it to 9 conveyance tools (dump trucks) only (obtained value = 1.01) for the overburden loading and unloading travel process to the disposal area. And for coal equipment loading and unloading travel, namely the addition of conveyance tools (dump trucks) is needed to be 6 dump trucks (obtained value 0.93) in order to achieve compatibility of excavation-loading tools so that transportation and efficient use of tools.*

**Keywords:** *Tool, Production, Dump Truck, Excavator, Coal, Overburden*

## 1. Pendahuluan

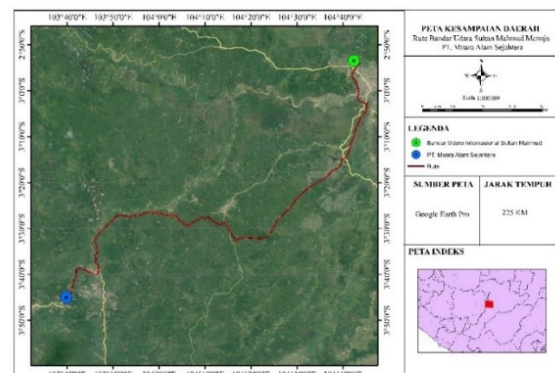
PT. Muara Alam Sejahtera adalah perusahaan bekerja di bidang pertambangan batubara dengan sistem penambangan terbuka. Dalam proses penambangan. PT. Muara Alam Sejahtera menggunakan *hydraulic excavator* XCMG XE-1250 sebagai alat gali-muat *overburden* dan *hydraulic excavator* Hitachi ZX350 LC untuk alat gali-muat *coal getting*. Untuk kegiatan alat angkut di PT. Muara Alam Sejahtera menggunakan *dump truck* LGMG CMT 106 untuk mengangkut *overburden* dan *dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4×6 untuk mengangkut batubara.

Alat mekanis pertambangan merupakan komponen penting dalam mencapai target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja peralatan penggalian, pemuatan, dan pengangkutan guna memastikan pencapaian target produksi perusahaan. Pada saat bulan Februari 2023, dalam kegiatan pengupasan *overburden* terdapat banyak *dump truck* yang menunggu di *front* sedangkan pada kegiatan *coal getting* terdapat *excavator* menunggu *dump truck* kembali ke *front*, Situasi ini mengindikasikan bahwa terdapat ketidakselarasan antara proses penggalian dan pemuatan dengan peralatan pengangkut, yang mengakibatkan penundaan dalam operasi produksi atau ketidakmampuan mencapai target produksi yang telah ditetapkan.

Maka dari itu, peneliti akan melakukan analisis berupa waktu edar, produktivitas dan kesesuaian alat gali muat dengan alat angkut dalam memindahkan material tambang, yang bertujuan memaksimalkan waktu produksi. Memaksimalkan waktu tersebut dapat dilakukan dengan menambah atau mengurangi armada, atau dengan menambah atau mengurangi ukuran kubikasi *bucket* dan jumlah isian.

## 2. Lokasi Penelitian

### 2.1 Lokasi Kesampaian Daerah



Sumber : Department Engineering PT. MAS  
Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. MAS

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Muara Alam Sejahtera terletak pada koordinat 103°39'30" BT - 103°44'18,14" BT dan 3°44'30" LS - 3°46'40" LS. Terletak di Muara Maung Desa Merapi, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Untuk menuju lokasi penelitian, ada beberapa cara yang dapat digunakan, dari kota Padang melalui jalur darat ± 720 km dan dapat ditempuh dalam ± 18 jam. Kemudian apabila melalui jalur udara ± 270 km dari bandara Sultan Mahmud Badaruddin II (PLM) dengan waktu tempuh ± 6 jam, ± 220 km dari kota Palembang, dan ± 20 km dari ibukota kabupaten Lahat.

**2.2 Kondisi Geologi Regional**

Dengan melakukan analisis menyeluruh terhadap kondisi geologi regional, kita dapat memproyeksikan keadaan geologi lokal di wilayah penelitian agar sesuai dengan karakteristik geologi regional Cekungan Sumatera Selatan. Kondisi geologi regional mencakup faktor-faktor penting seperti kerangka tektonik dan stratigrafi yang telah berkembang sejak awal terbentuknya cekungan hingga masa kini. Dari struktur geologinya, PT. Muara Alam Sejahtera mengalami gaya tektonik konvergen besar, yang berarti gaya tektonik saling menopang sehingga membentuk struktur geologi lipatan. Ini terlihat pada kondisi topografi berbukit, di mana terdapat struktur *sinklin* dan daerah lemah yang disebabkan oleh gaya tektonik seperti sesar mendatar dan *joint*. [1]

**2.2.1 Tatanan Tektonik Regional**

Cekungan Sumatera Selatan terbentuk akibat dari subduksi Lempeng Indo-Australia yang menunjukkan arah orientasi ke utara hingga timur laut terhadap Lempeng Eurasia. Zona subduksi ini meliputi wilayah sebelah selatan Pulau Jawa dan barat Pulau Sumatera. Sifat batuan, morfologi, aktivitas tektonik, dan struktur di Cekungan Sumatera Selatan dipengaruhi oleh proses tumbukan tektonik lempeng yang terjadi di wilayah Sumatera, yang membentuk jalur busur. Evolusi tektonik yang mempengaruhi pertumbuhan Pulau Sumatera dan Cekungan Sumatera Selatan dapat dibagi menjadi empat tahap yang mencakup serangkaian peristiwa berikut ini. [2]

**1. Tahap Kompresi atau Tahap Rifting (Awal Jurassic hingga Kapur)**

Selama rentang waktu dari awal Kala Jura hingga Kapur, aktivitas tektonik ini memunculkan patahan mendatar dengan pergerakan lateral ke arah barat laut (seperti Sesar Lematang, Kepayang, dan Saka) serta ke arah utara dan selatan. Selain itu, proses ini juga mengakibatkan intrusi dan pergerakan granit yang terbentuk pada rentang waktu Jura hingga Kapur.

**2. Tahap Tensional (Kapur Akhir – Tersier Awal)**

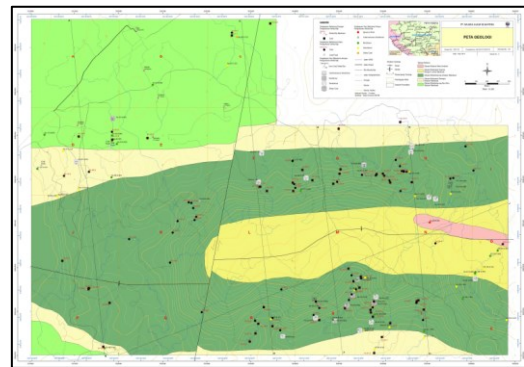
Pada rentang waktu antara Kala Kapur Akhir hingga awal Tersier, tahap tumbukan yang bersifat regangan menghasilkan patahan normal dan geser yang bergerak ke arah utara-selatan dan barat laut-tenggara. Aktivitas gunung berapi dan proses sedimentasi juga mengisi cekungan di atas batuan dasar.

**3. Tahap Sagging (Tahap Tektonik Miosen)**

Peningkatan aktivitas tektonik pada periode Miosen atau Intra-Miosen menghasilkan pengangkatan tepi cekungan yang kemudian diikuti oleh pengendapan bahan klastik sebagai konsekuensi dari tahap ketiga.

**4. Tahap Kompresional (Miosen hingga Pliosen)**

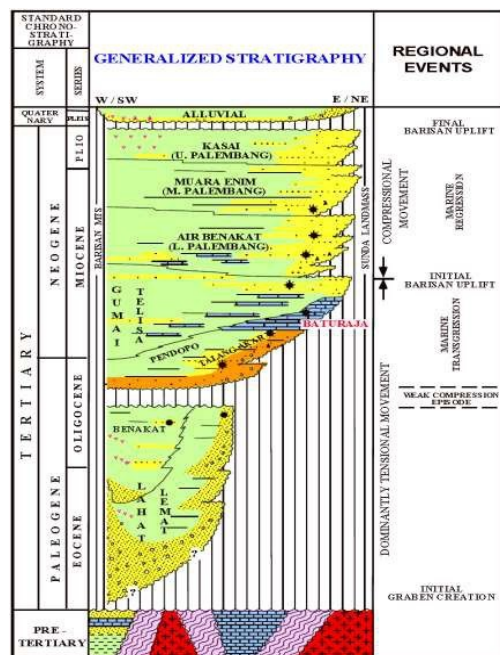
Kolisi yang lebih kuat antara Lempeng Samudra Hindia dan Lempeng Sundaland pada akhir Miosen menyebabkan peningkatan aktivitas tektonik di cekungan Sumatera Selatan. Tahap kompresi ini menghasilkan patahan-patahan mendatar, lipatan-lipatan, reaktivasi patahan-patahan Paleogen, perubahan ulang struktur geologi yang lebih tua menjadi struktur inversi (yang mengalami pengangkatan), dan pembentukan kompleks antiklinorium yang cenderung mengarah ke tenggara dan barat laut.



Sumber : Department Engineering PT. MAS  
**Gambar 2.** Peta Geologi Regional PT. MAS

**2.2.2 Stratigrafi Regional**

Formasi Lemat adalah formasi pertama yang terendapkan pada Eosen Awal – Oligosen - di cekungan Sumatera Selatan, cekungan belakang busur.. [3]



Sumber : DeCoster, 1974 (modifikasi) Studi Kelayakan PT. MAS, 2018  
**Gambar 3.** Stratigrafi Lokal Hasil Eksplorasi (Tanpa Skala)

### 1. Batuan dasar

Di dasar cekungan Sumatera Selatan terdapat beragam jenis batuan, termasuk batuan beku yang terbentuk pada era Mesozoik dan Paleozoik, serta batuan metamorf dan batuan karbonat yang terbentuk pada era Paleozoik dan Mesozoik.

### 2. Formasi Lemat

Cekungan Sumatera Selatan mengalami pengendapan formasi lempung pertama kali pada akhir Eosen hingga awal Oligosen. Kehadiran endapan kipas alluvial dan endapan piedmont mengindikasikan bahwa formasi tersebut terendapkan di lingkungan laut yang dalam..

### 3. Formasi Talang Akar

Pada rentang waktu dari akhir Oligosen hingga awal Miosen, terjadi pengendapan Formasi Talang Akar yang tidak berurutan di atas Formasi Lemat. Pengendapan ini terjadi di lingkungan sungai, delta, dan laut dangkal tepi saat tahap tektonik kompresional terjadi secara global. Formasi ini terdiri dari pasir dengan ukuran butir yang bervariasi antara halus hingga sedang.

### 4. Formasi Baturaja

Pada periode Miosen Awal, terjadi pengendapan Formasi Baturaja yang berurutan di atas Formasi Talang Akar, yang memfasilitasi pertumbuhan koral yang luar biasa. Litologi yang membentuk formasi ini meliputi batupasir dan batugamping yang sangat mendominasi batulempung gampingan.

### 5. Formasi Gumai

Selanjutnya, selama rentang waktu dari awal Miosen hingga pertengahan Miosen, terjadi pengendapan Formasi Telisa, yang juga dikenal sebagai Formasi Gumai. Formasi ini terendapkan secara berurutan di atas Formasi Baturaja dan terdiri dari lapisan batulempung dengan lapisan tipis batugamping dan batupasir. Keberadaan foraminifera glaukonitik pada batugamping menandakan bahwa Formasi Telisa terbentuk di lingkungan laut neritik..

### 6. Formasi Air Benakat

Fase transgresi yang berakhir ditandai oleh terbentuknya Formasi Air Benakat, yang terendapkan di lingkungan laut dalam hingga dangkal, selama rentang waktu dari pertengahan Miosen hingga akhir Miosen. Formasi ini terdiri dari batulempung dengan warna yang bervariasi dari abu-abu gelap kebiruan hingga abu-abu gelap kecoklatan yang bersifat tuffaan, lunak, dan getas; batupasir dengan ukuran butir yang bervariasi dari halus hingga sedang, mengandung glaukonit, berwarna hijau muda-abu-abu kecoklatan, dan mengandung kuarsa, feldspar, serta fragmen batuan lainnya; serta batulanau dan serpih yang dilapisi oleh lapisan tipis pasir kuarsa.

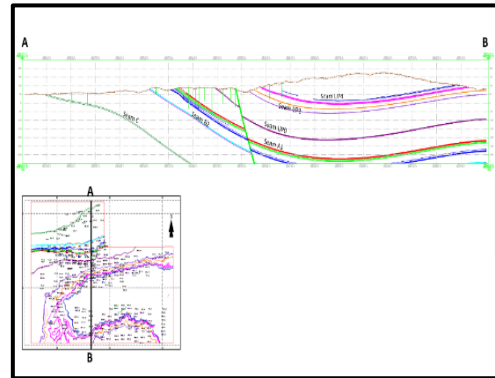
### 7. Formasi Muara Enim

Formasi Muara Enim terendapkan di atas Formasi Air Benakat pada rentang waktu dari akhir Miosen hingga Pliosen. Batupasir, batulempung, dan batubara yang terkandung dalam formasi ini berasal dari lingkungan daratan dan laut dangkal dari dataran delta.

Pengendapan ini terjadi saat permukaan air laut mengalami penurunan.

### 8. Formasi Kasai

Formasi Muara Enim terendapkan di atas Formasi Air Benakat pada Miosen Akhir hingga Pliosen. Batupasir, batulempung, dan batubara berasal dari lingkungan bukan laut dan laut dangkal delta plain. Pengendapannya terjadi saat muka air laut menurun..



Sumber : Department Engineering PT. MAS

Gambar 4. Penampang Melintang Seam PT. MAS

## 3. Kajian Teori

### 3.1 Waktu Edar (Cycle Time)

Waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk menyelesaikan satu siklus kerja disebut waktu edar. Semakin lama waktu edar suatu alat, semakin banyak produksi yang dapat dihasilkan [4]. Waktu edar mengacu pada periode waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menyelesaikan tugas tertentu, mulai dari awal hingga akhir, dan siap untuk memulai siklus kerja berikutnya. Waktu edar dari alat gali dan alat angkut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi jalan angkutan, kondisi area kerja, pola pemuatan, dan kondisi keseluruhan alat itu sendiri.

#### 3.1.1 Cycle time Alat Gali Muat

Cycle time alat gali muat dipengaruhi beberapa faktor yaitu :

- Keadaan material (keras atau lunak)
- Swing angle
- Pola pemuatan
- Kapasitas bucket dan Fill Factor

Kemampuan bucket pada alat muat berperan penting dalam menentukan tingkat produksi. Fill factor merupakan faktor yang memengaruhi sejauh mana bucket terisi penuh, dan hal ini berdampak langsung pada kemampuan bucket untuk mencapai kapasitas maksimalnya.[5].

$$Bff = \frac{V_a}{V_t} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

Bff = bucket fill factor

V<sub>a</sub> = volume aktual

V<sub>t</sub> = volume teoritis

Selain itu, bucket fill factor juga dapat ditentukan berdasarkan keadaan pemenuhan kapasitas bucket di lapangan yang didasarkan dari jenis bahan galian yang diangkut seperti tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** *Bucket Fill Factor Overburden dan Batubara*

Pemuatan	Jenis Bahan Diangkut	Bucket Factor (%)
Easy	Clay Or Soft Soil	1.1 - 1.2
Average	Sandy Soil And Dry	1.0 - 1.1
Rather Difficult	Sandy Soil With Gravel	0.8 - 0.9
Difficult	Loading Blasted Rock	0.7 - 0.8

Sumber : *Department Engineering PT. MAS*

Dari tabel diatas, *bucket fill factor* pada material *overburden* yang digunakan mengacu pada angka 1,0 karena bahan galian pada *bucket* yaitu rata. Sedangkan untuk bahan galian batubara dengan *bucket fill factor* 1,1 karena bahan galian cukup mudah untuk digali dan material pada *bucket* memunjung.

#### e. Efisiensi kerja

Dengan membandingkan waktu yang benar-benar digunakan untuk kegiatan produksi penambangan dengan rencana jam kerja yang telah ditetapkan, kita dapat menilai tingkat efisiensi kerja yang tercapai [6].

$$\text{Efisiensi kerja} = \frac{T_e}{T_t} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

$T_e$  = waktu kerja efektif

$T_t$  = waktu kerja tersedia

#### f. Swell Factor

*Swell factor*, yang juga dikenal sebagai faktor pengembangan, merujuk pada perubahan volume material atau tanah dari bentuk aslinya saat diganggu. Faktor pengembangan material dapat dikategorikan berdasarkan kondisi awalnya, termasuk kondisi bank, kondisi longgar, dan kondisi padat [7].

$$\text{Swell factor} = \frac{\text{volume insitu}}{\text{volume loose}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

Volume *insitu* = volume tanah asli (bcm)

Volume *loose* = volume tanah setelah digali (lcm)

Selain itu, *swell factor* juga dapat ditentukan berdasarkan keadaan bahan galian di lapangan seperti pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** *Swell Factor Overburden dan Batubara*

Mineral	Density Insitu (lb/cu yd)	Swell Factor (%)
Bauksit	2,700-4,325	0.075
Tanah Kering	2,300	0.85
Tanah Liat Basah	2,800-2,300	0.80-0.82
Antrasit	2,200	0.74
Batubara Bituminus	1,900	0.74
Bijih Tembaga	3,800	0.74
Tanah Biasa Kering	2,800	0.85
Tanah Biasa Basah	3,370	0.85
Tanah Biasa Tercampur Pasir dan Kikil	3,100	0.9
Kerikil Kering	3,250	0.89
Kerikil Basah	3,600	0.88
Granit Pecah-Pecah	4,500	0.57-0.67
Hematit Pecah-Pecah	6,500-8,700	0.45
Bijih Besi Pecah-Pecah	3,600-5,500	0.45
Batu Kapur Pecah-Pecah	2,500-4,200	0.57-0.60
Lumpur	2,160-2,970	0.83
Lumpur Sudah Ditekan	2,970-3,250	0.83
Pasir Kering	2,200-3,250	0.89
Pasir Basah	3,360-3,600	0.88
Serpilh (Shale)	3,000	0.75
Batu Sabak (Slate)	4,590-4,860	0.77

Sumber : *Department Engineering PT. MAS*

Dari tabel diatas didapatkan untuk *overburden*, *swell factor* nya yaitu 0,85 karena merupakan material tanah kering, sedangkan batubara bituminus dengan *swell factor* nya yaitu 0,74.

Adapun rumus *cycle time* alat gali-muat yaitu:

$$CT = T_{dg} + T_{si} + T_{dp} + T_{sk} \quad (4)$$

Keterangan:

$CT$  = Cycle time

$T_{dg}$  = digging time

$T_{si}$  = swing isi time

$T_{dp}$  = dumping time

$T_{sk}$  = swing kosong time

#### 3.1.2 Cycle time Alat Angkut

Adapun rumus *cycle time* alat angkut yaitu:

$$CT = T_l + T_h + T_d + T_{hk} \quad (5)$$

Keterangan:

$CT$  = Cycle time

$T_l$  = loading time

$T_h$  = hauling time

$T_d$  = dumping time

$T_{hk}$  = hauling kosong time

#### 3.2 Produktivitas Alat

Alat mekanis yang digunakan dapat dinilai dengan perhitungan produktivitas. Kapasitas dan waktu siklus alat mekanis menentukan produktivitas. [8]

##### 3.2.1 Excavator

Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung produktivitas alat gali muat:.

$$Q_m = \frac{K_b \times B_{ff} \times S_f \times 3600 \times E_{ff}}{CT_m} \quad (6)$$

Keterangan:

$K_b$  = Kapasitas bucket excavator

$B_{ff}$  = Bucket Fill factor

$S_f$  = Swell factor

$E_{ff}$  = Efisiensi Kerja

##### 3.2.2 Dump Truck

Produktivitas alat angkut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{n \times K_b \times B_{ff} \times S_f \times 3600 \times E_{ff}}{CT_a} \quad (7)$$

Keterangan:

$K_b$  = Kapasitas bucket excavator

$B_{ff}$  = Bucket fill factor

$S_f$  = Swell factor

$E_{ff}$  = Efisiensi kerja

$n$  = Jumlah pengisian bak alat angkut

#### 3.3 Match Factor (Faktor keserasian) Fleet

Ketika produksi alat muat sejalan dengan produksi alat angkut, tercipta hubungan kerja yang serasi antara keduanya. Faktor keserasian antara alat muat dan alat angkut didasarkan pada kesesuaian produksi dari kedua alat tersebut, sebagaimana yang ditunjukkan oleh faktor keserasian (match factor) [4].

Nilai faktor keserasian (matching factor) dari armada yang beroperasi secara signifikan memengaruhi kapasitas produksi alat angkut. Faktor keserasian mengindikasikan sejauh mana konsistensi dan kesesuaian antara armada yang beroperasi, di mana

semakin tinggi nilainya, semakin optimal pula produksinya, sampai mencapai titik di mana peningkatan produksi tidak lagi memungkinkan. Berfungsi untuk mengetahui jumlah alat yang diperlukan dalam satu fleet [5].

$$MF = \frac{(n \times CT_m) \times Na}{CT_a \times Nm} \quad (8)$$

Keterangan:

$CT_m$  = cycle time alat gali muat

$Na$  = jumlah alat angkut

$CT_a$  = cycle time alat angkut

$Nm$  = jumlah alat gali angkut

$n$  = banyak pengisian tiap satu alat angkut

#### 3.4.1 $MF < 1$

- 1) Kinerja alat angkut < dari kinerja alat gali muat
- 2) Waktu tunggu alat angkut ( $Wta$ ) = 0
- 3) Kinerja alat angkut ( $fka$ ) = 100%

#### 3.4.2 $MF > 1$

- 1) Produksi alat angkut > dari produksi alat gali muat
- 2) Waktu tunggu alat gali muat ( $Wtm$ ) = 0
- 3) Kinerja alat muat ( $fkm$ ) = 100%
- 4) Kinerja alat angkut ( $fka$ ) =  $MF \times 100\%$

#### 3.4.3 $MF = 1$

- 1) Kinerja alat angkut = Kinerja alat muat
- 2) Waktu tunggu alat gali muat ( $Wtm$ ) = 0
- 3) Waktu tunggu alat angkut ( $Wta$ ) = 0

## 4. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif berdasarkan data konkret. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah angka-angka yang akan diukur menggunakan statistik untuk menentukan hubungan antara masalah yang diteliti dan hasil yang diperoleh [9]. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam penelitian tersebut.

### 4.1 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mengeksplorasi teori yang relevan terkait dengan topik penelitian melalui pemanfaatan sumber-sumber seperti buku, jurnal ilmiah, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penjadwalan produksi, laporan perusahaan, dan artikel terkait lainnya.

### 4.2 Tahapan Penelitian di Lapangan

Pengamatan lapangan dilakukan untuk memperoleh data secara langsung dan memberikan gambaran yang jelas mengenai proses penyusunan yang diamati. Pengamatan lapangan mencakup data seperti topografi, cuaca, kondisi material, kondisi kerja, dan kegiatan kerja yang dilakukan.

### 4.3 Pengambilan Data

#### 4.3.1 Data primer

Waktu edar alat gali muat dan alat angkut digunakan sebagai data primer untuk penelitian ini, digunakan untuk menentukan faktor keserasian atau produktivitas alat.

#### 4.3.2 Data Sekunder

Informasi yang diperoleh dari literatur dan arsip perusahaan yang digunakan dalam penelitian dikenal sebagai data sekunder. Berikut ini adalah contoh data sekunder yang diperoleh.

- Plan EWH tahun 2023 di PT. MAS
- Data Jam Kerja dan Waktu Hambatan
- Spesifikasi Alat

### 4.4 Tahap Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan lapangan akan diolah menggunakan perhitungan dan disajikan dalam bentuk tabel serta rangkaian perhitungan untuk menyelesaikan masalah dalam penyusunan.

### 4.5 Analisis Data dan Kesimpulan

Dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan awal, yang akan dibahas lebih lanjut di bagian pembahasan. Setelah melihat bagaimana hasil pengolahan data berkorelasi dengan masalah yang diteliti, kesimpulan ini merupakan hasil akhir yang dapat digunakan untuk memberikan saran untuk setiap masalah.

## 5. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 5.1. Hasil Penelitian

#### 5.1.1 Tanah Penutup (*Overburden*)

Dalam kegiatan pengupasan *overburden*, material nya adalah jenis pasir kering Alat gali-muat pada material *overburden* menggunakan *excavator* XCMG XE-1250 dan pemuatan (*loading*) ke alat angkut dengan *dump truck* LGMG CMT 106 yang kemudian diangkut ke area disposal. Jarak dari pit Alam 1-3 (sebelah *seam* UP0) sampai ke area disposal penantian Alam 6 pada saat penelitian sejauh  $\pm 3$  km.

##### 5.1.1.1 *Swell Factor*

Berdasarkan dari data perusahaan PT. Muara Alam Sejahtera untuk material berjenis tanah kering mempunyai nilai *swell factor* nya yaitu 85 atau 0,85.

##### 5.1.1.2 *Bucket Fill Factor*

*Bucket fill factor* yang digunakan mengacu pada angka 1,0 karena jenis material nya yaitu tanah berpasir kering.

##### 5.1.1.3 Efisiensi Kerja Alat

Perbandingan jumlah waktu yang dihabiskan untuk pekerjaan yang efektif dengan jumlah waktu yang tersedia untuk pekerjaan disebut efisiensi kerja. Efisiensi kerja alat di PT. Muara Alam Sejahtera pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Waktu Hujan dan *Slipperv* Bulan Februari 2023

Waktu Hilang	Shift / Hari	Durasi	Total (Jam)
Istirahat dan makan	2	1 Jam	56
Sholat Jumat		1 Jam	4
Sholat	2	5 menit	4,67
P5M & P2H	2	10 menit	9,33
Pengisian Feul & Lube	2	5 menit	4,67
Safety Talk		1 Jam	1
Pergantian Shift	2	10 menit	9,33
Waktu Berpindah Alat	2	5 menit	4,67
Waktu Delay Idle Alat	2	5 menit	4,67
Total Waktu Hilang			98,3

Sumber : *Department Engineering* PT. MAS



Perbandingan antara waktu kerja efektif yang dihabiskan di lapangan dan waktu kerja yang tersedia dikenal sebagai efisiensi kerja. Untuk perhitungan dibawah ini:

$$\text{Jam Kerja Tersedia/bulan} = 24 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari} = 672 \text{ jam/bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam Kerja Efektif} &= \text{Jam Tersedia} - \text{Waktu Kehilangan Kerja Alat} \\ &= 672 \text{ jam/bulan} - 98,33 \text{ jam/bulan} \\ &= 573,67 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

Efisiensi Kerja Alat:

$$\text{Eff} = \frac{573,67 \text{ jam/bulan}}{672 \text{ jam/bulan}} \times 100\%$$

$$\text{Eff} = 85 \%$$

$$\text{Eff} = 0,85$$

#### 5.1.1.4 Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif adalah jumlah waktu dalam satu bulan yang dihabiskan untuk kegiatan penambangan, setelah dikurangi waktu-waktu yang hilang seperti waktu hujan dan *slippery*, *safety talk*, istirahat makan dan lain-lain. Pada bulan Februari itu terdapat 28 hari, dan tidak ada waktu libur. Sehingga didapatkan waktu kerja efektif yaitu 332 jam, seperti pada penjelasan dibawah ini.

**Tabel 4.** Waktu Hujan dan *Slippery* Bulan Februari 2023

Waktu Standby	Jam/Hari
Durasi Tiap Kali Hujan	6.39
Durasi Slippery (35%) Durasi Hujan	2.24
Durasi standby hujan & slippery	8.63
Loss Time Karena Cuaca (28 Hari)	241.64

Sumber : *Department Engineering* PT. MAS

$$\text{Waktu Kerja Efektif} = \text{Waktu Tersedia} - \text{Waktu Standby Hujan dan Slippery} - \text{Waktu kehilangan kerja alat}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Kerja Efektif} &= 672 \text{ jam} - 241,64 \text{ jam} - 98,33 \text{ jam} \\ &= 332,03 \text{ jam} \\ &= 332 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 5.1.1.5 Waktu Edar Alat (*Cycle Time*)

Waktu edar alat (*cycle time*) mekanis pada kegiatan pengupasan *overburden* yang terbagi menjadi dua yaitu, *cycle time excavator* XCMG XE-1250 dan *cycle time dump truck* LGMG CMT 106.

##### 5.1.1.5.1 *Cycle Time Excavator*

Tahapan *cycle time excavator* meliputi proses penggalian (*digging*), ayunan isi (*swing isi*), menumpahkan material (*dumping*), dan ayunan kosong (*swing kosong*). Adapun waktu aktual dari *cycle time excavator* XCMG XE-1250 dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** *Cycle time* Alat Gali-Muat XCMG XE-1250

No	Digging (s)	Swing Isi (s)	Dumping (s)	Swing Kosong (s)	Total (s)
1	9.4	6.08	3.38	3.62	22.48
2	9.4	6.05	4.21	3.93	23.59
3	11.76	5.58	2.94	3.96	24.24
4	10.03	7.52	3.33	3.33	24.21
5	8.41	4.91	3.05	4.41	20.78
6	9.28	4.82	3.65	2.82	20.57
7	8.95	4.84	3.47	3.79	21.05
8	8.39	4.62	2.76	4.91	20.68
9	12.22	7.05	3.79	3.63	26.69
10	8.99	5.43	4.19	3.89	22.50
11	8.65	5.16	2.7	3.5	20.01
12	9.73	5.36	2.84	4.5	22.43
13	9.53	5.63	3.13	3.87	22.16
14	8.85	3.98	3.73	4.29	20.85
15	10.01	3.68	3.03	3.46	20.18
16	8.25	4.39	3.27	3.27	19.18
17	7.78	5.99	3.28	3.68	20.73
18	9.8	4.36	3.79	3.68	21.63
19	9.51	4.4	3.37	3.1	20.38
20	11.73	5.19	3.45	4.83	25.20
21	7.83	5.92	4.47	4.41	22.63
22	9.04	3.42	3.23	3.31	19.00
23	9.03	6.18	3.15	3.68	22.04
24	8.26	3.64	3.21	3.63	18.74
25	7.95	4.34	3.25	5.01	20.55
26	9.72	4.08	3.91	4.7	22.41
27	9.92	3.61	2.8	4.47	20.80
28	8.23	4.72	3.67	3.69	20.31
29	9.03	5.48	2.46	4.57	21.54
30	11.38	4.75	4.41	3.2	23.74
Jumlah					651.30
Rata-rata					21.71

##### 5.1.1.5.2 *Cycle Time Dump Truck*

Karena keterbatasan, peneliti hanya mengambil data pada saat manuver kosong, *loading* dan *travel* (*hauling* isi, manuver isi, *dumping*, dan *hauling* kosong). Adapun waktu aktual dari *cycle time dump truck* LGMG CMT 106 dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** *Cycle time* Alat Angkut LGMG CMT 106

No	Manuver Isi (s)	Loading (s)	Travel (s)	Total (s)	Total (menit)
(1/81113) 1	24.07	118.88	1138.57	1281.52	21.36
2	42.23	95.93	1075.90	1214.06	20.23
3	21.65	96.88	1349.16	1467.69	24.46
4	25.44	115.33	1195.17	1335.94	22.27
5	20.79	104.08	1333.85	1458.72	24.31
6	21.37	99.81	1362.38	1483.56	24.73
	25.93	105.15	1242.51	1373.58	22.89
(2/81051) 1	34.46	99.01	1275.69	1409.16	23.49
2	22.81	109.70	1289.87	1422.38	23.71
3	20.51	95.00	1376.62	1492.13	24.87
4	18.14	95.97	1291.10	1405.21	23.42
5	18.09	92.12	1121.49	1231.70	20.53
6	24.46	102.77	1325.53	1452.76	24.21
	23.08	99.10	1280.05	1402.22	23.37
(3/81117) 1	37.78	101.17	1318.91	1457.86	24.30
2	38.03	97.05	1120.11	1255.19	20.92
3	40.76	100.20	1163.78	1304.74	21.75
4	24.98	102.62	1280.12	1407.72	23.46
5	24.84	95.14	1371.59	1491.57	24.86
6	17.08	109.03	1096.11	1222.22	20.37
	30.58	100.87	1225.10	1356.55	22.61
(4/81088) 1	29.80	100.93	1259.84	1352.41	23.18
2	34.42	102.24	1294.95	1431.61	23.86
3	40.25	101.05	1246.19	1387.49	23.12
4	31.64	102.54	1224.84	1365.84	22.65
5	19.61	104.95	1238.05	1362.61	22.71
6	46.03	122.87	1279.35	1448.25	24.14
	33.63	105.76	1257.20	1391.37	23.28
(5/81163) 1	44.17	94.20	1314.15	1452.52	24.21
2	24.58	94.80	1080.19	1199.57	19.99
3	37.35	100.14	1083.23	1220.72	20.35
4	25.21	91.41	1083.00	1199.62	19.99
5	31.84	93.32	1110.74	1235.90	20.60
6	31.74	95.00	1022.37	1149.11	19.15
	32.48	94.81	1115.61	1242.91	20.72
Jumlah				6766.63	112.86
Rata-rata				1353.33	22.57

### 5.1.1.6 Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Produktivitas adalah hasil produksi dari alat gali muat dan alat angkut yang sedang beroperasi dalam suatu kegiatan, diukur dalam satuan jam. Berikut adalah perhitungan nilai produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut dalam kegiatan pengupasan lapisan penutup (*overburden*).

#### 5.1.1.6.1 Produktivitas Alat Gali-Muat

Perhitungan produktivitas alat gali-muat *excavator* XCMG XE-1250 pada bulan Februari pit Alam 1-3 adalah sebagai berikut.

**Tabel 7.** Produktivitas XCMG XE-1250

Spesifikasi	Nilai	Satuan
Kapasitas Bucket	4.89	m <sup>3</sup>
Bucket Fill Factor	1	%
Swell Factor	0.85	%
Efisiensi Kerja	0.85	%
CycleTime XE-1250	21.71	detik
Produktivitas XE-1250	585.94	Bcm/Jam
Waktu Efektif Perbulan	332.03	Jam
Produksi XE-1250 Perbulan	194548.73	Bcm

#### 5.1.1.6.2 Produktivitas Alat Angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut *dump truck* LGMG CMT 106 adalah sebagai berikut.

**Tabel 8.** Produktivitas CMT 106

Spesifikasi	Nilai	Satuan
Kapasitas Bucket	4.89	m <sup>3</sup>
Bucket Fill Factor	1	%
Swell Factor	0.85	%
Efisiensi Kerja	0.85	%
CycleTime CMT 106	1353.33	detik
Jumlah Pengisian	7	
Produktivitas CMT 106	65.79	Bcm/Jam
Waktu Efektif perbulan	332.03	Jam
Produksi CMT 106 perbulan	21843.5	Bcm

### 5.1.1.7 Kecerahan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

Hasil perhitungan *match factor* material *overburden* dapat dilihat pada tabel 9 dibawah ini.

**Tabel 9.** *Match Factor* Material *Overburden*

Parameter	Nilai
Jumlah Unit Alat Angkut	13
Jumlah Pengisian Bucket	7
Cycle Time Alat Muat (s)	21.71
Jumlah Unit Alat Muat	1
Cycle Time Alat Angkut (s)	1353.33
Match Factor	1.46

Nilai *match factor* yang didapatkan yaitu sebesar 1,46 atau > 1,00. Berdasarkan data dan hasil dari perhitungan *match factor* diatas yang berarti tidak tercapainya nilai keserasian kerja alat secara 100%, hal ini disebabkan oleh alat angkut (*dump truck*) nya yang

kurang beroperasi karena menunggu alat gali-muat (*excavator*) untuk melakukan pemuatan.

### 5.1.2 Batubara (*Coal*)

Kegiatan penambangan pada bahan galian batubara menggunakan alat gali-muat *excavator* Hitachi ZX350 LC dan alat angkut *dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4 × 6 diangkut dari *front* pit Alam 1-3 (*seam* UP0) menuju *stockpile* dan pada saat penelitian sejauh ± 3 km.

#### 5.1.2.1 *Swell Factor*

Berdasarkan data dari data perusahaan PT. Muara Alam Sejahtera untuk material berjenis batubara bituminus didapatkan nilai *swell factor* nya yaitu 0,74.

#### 5.1.2.2 *Bucket Fill Factor*

*Bucket fill factor* yang digunakan mengacu pada angka 1,1 karena jenis material nya yaitu batubara, cukup mudah untuk digali dan material pada *bucket* memunjung.

#### 5.1.2.3 *Efisiensi Kerja Alat*

Efisiensi kerja merupakan perbandingan dari waktu kerja efektif yang ada dilapangan dengan waktu yang tersedia. Dan didapatkan efisiensi kerja alat 0,85 seperti yang dijelaskan pada alat *overburden*.

#### 5.1.2.4 *Waktu Kerja Efektif*

Waktu Kerja Efektif pada bulan Februari yaitu 332 jam seperti yang dijelaskan pada bahan galian *overburden*.

#### 5.1.2.5 *Waktu Edar Alat (cycle time)*

Waktu edar alat (*cycle time*) mekanis pada kegiatan pengambilan batubara terbagi menjadi dua yaitu, *cycle time excavator* Hitachi ZX350 LC dan *cycle time dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4×6

#### 5.1.2.5.1 *Waktu Edar Excavator*

Adapun waktu aktual dari *cycle time excavator* Hitachi ZX350 LC dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** *Cycle Time* Hitachi ZX 350 LC

No	Digging (s)	Swing Isi (s)	Dumping (s)	Swing Kosong (s)	Total (s)
1	6.26	5.28	2.96	3.75	18.25
2	7.05	5.69	3.18	5.04	20.96
3	6.04	4.83	2.62	6.22	19.71
4	6.4	4.99	2.63	4.14	18.16
5	5.53	5.21	2.84	3.75	17.33
6	6.07	4.97	2.32	4.43	17.79
7	5.68	6.18	2.99	4.17	19.02
8	6.97	4.76	2.44	5.16	19.33
9	7.42	5.35	2.05	4.8	19.62
10	6.26	5.61	2.08	5.86	19.81
11	4.81	5.98	2.11	6.99	19.89
12	6.1	4.89	2.26	5.85	19.10
13	6.86	5.07	2.72	5.31	19.96
14	7.06	5.55	2.28	5.27	20.16
15	5.67	5.8	2.89	5.15	19.51
16	5.82	5.66	2.39	5.63	19.50
17	5.85	5.43	2.71	4.84	18.83
18	6.46	4.99	3.01	4.83	19.29
Jumlah					346.22
Rata-rata					19.23

5.1.2.5.2 Waktu Edar *Dump Truck*

Adapun waktu aktual dari *cycle time dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4×6 dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. *Cycle Time* Dongfeng Tianlong KC 4×6

No	Manuver	Isi (s)	Loading (s)	Travel (s)	Total (s)	Total (menit)
(7175)	1	47.37	389.22	1809.65		
	2	35.92	339	2445.68		
	3	64.63	406	1915.01		
	4	45.27	421	1830.16		
	5	70.93	498	2161.84		
	6	37.21	554	1772.91		
		50.22	434.54	1989.21	2473.97	41.23
(7141)	1	60.4	336.6	1954.43		
	2	43.96	436	2471.43		
	3	71.22	420	2045.8		
	4	65.5	414	2026.01		
	5	49.25	443	1816.93		
	6	61.22	354	2193.33		
		58.59	400.60	2084.66	2543.85	42.40
(7171)	1	101.66	437	1821.91		
	2	61.8	414	2753.45		
	3	117.91	472	2317.52		
	4	62.43	475	2261.76		
	5	45.69	474	1866.49		
	6	47.58	482	2340.45		
		72.845	459	2226.93	2758.78	45.98
Jumlah					7776.59	129.61
Rata-rata					2592.20	43.20

## 5.1.2.6 Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

5.1.2.6.1 Produktivitas *Excavator* Hitachi ZX 350 LC

Setelah melakukan observasi di lapangan dan didapatkan produktivitas dari alat gali-muat *excavator* ZX 350 LC dan *dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4×6 adalah sebagai berikut.

Tabel 12. Produktivitas ZX 350 LC

Spesifikasi	Nilai	Satuan
Kapasitas Bucket	1.8	m <sup>3</sup>
Bucket Fill Factor	1.1	%
Swell Factor	0.74	%
Efisiensi Kerja	0.85	%
CycleTime ZX350 LC	19.23	detik
Coal Density	1.24	Ton/m <sup>3</sup>
Produktivitas ZX350 LC	289.10842	Bcm/Jam
Waktu Efektif perbulan	332	Jam
Produksi ZX350 LC perbulan	95983.995	Bcm

5.1.2.6.2 Produktivitas *Dump Truck* Dongfeng Tianlong KC 4×6

Tabel 13. Produktivitas Dongfeng Tianlong KC 4×6

Spesifikasi	Nilai	Satuan
Kapasitas Bucket	1.8	m <sup>3</sup>
Bucket Fill Factor	1.1	%
Swell Factor	0.74	%
Efisiensi Kerja	0.85	%
CycleTime Dongfeng	2592.2	detik
Jumlah Pengisian	21	
Coal Density	1.24	Ton/m <sup>3</sup>
Produktivitas Dongfeng	45.04	Bcm/Jam
Waktu Efektif perbulan	332	Jam
Produksi Dongfeng perbulan	14953	Bcm

5.1.2.7 Keceriasan Alat gali-muat dan alat angkut (*Match Factor*)Tabel 14. *Match Factor* Material Batubara

Parameter	Nilai
Jumlah Unit Alat Angkut	21
Jumlah Pengisian Bucket	3
Cycle Time Alat Muat (s)	19.23
Jumlah Unit Alat Muat	1
Cycle Time Alat Angkut (s)	2592.2
Match Factor	0.47

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat bahwa hasil MF 0,47 atau < 1 maka alat gali-muat *excavator* kurang beroperasi karena menunggu alat angkut *dump truck*.

## 5.2 Pembahasan

5.2.1 Waktu edar XCMG XE-1250 di Pit Alam 1-3 adalah 21,71 detik dan alat angkut LGMG CMT 106 adalah 22,57 menit atau 1.353,33 detik.

5.2.2 Produktivitas *excavator* XCMG XE-1250 sebesar 585,94 Bcm/jam dan produktivitas LGMG CMT 106 sebesar 65,79 Bcm/jam.

5.2.3 Nilai match factor yang didapatkan yaitu sebesar 1,46 atau > 1. Berdasarkan data dan hasil dari perhitungan *match factor* yang berarti tidak tercapainya nilai keserasian kerja alat secara 100%, dimana alat angkut yang kurang beroperasi karena menunggu *alat* gali-muat untuk melakukan pemuatan.

5.2.4 Produksi XE-1250 dalam satu bulan sebesar 194.548,73 Bcm/bulan. Dan produksi alat angkut LGMG CMT 106 dalam satu bulan sebesar 21.843,5 Bcm/bulan

5.2.5 Waktu edar *excavator* Hitachi ZX350 LC adalah 19,23 detik dan waktu edar dari alat angkut *dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4 × 6 adalah 43,2 menit atau 2592,2 detik.

5.2.6 Produktivitas *excavator* Hitachi ZX350 LC sebesar 272,1 ton/jam dan produktivitas Dongfeng Tianlong KC 4 × 6 sebesar 42,4 ton/jam.

5.2.7 Faktor keserasian Hitachi ZX350 LC dan Dongfeng Tianlong KC 4 × 6 yaitu 0,47 atau MF < 1, berdasarkan data dan hasil dari perhitungan *match factor* berarti tidak mencapai keserasian kerja alat sepenuhnya atau 100%, dengan alat gali-muat yang kurang efisien karena menunggu alat angkut.

5.2.8 Produksi Hitachi ZX350 LC dalam satu bulan sebesar 95.984 ton/bulan. Dan produksi *dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4 x 6 dalam satu bulan sebesar 14.953,02 ton/bulan.

## 6. Kesimpulan dan Saran

## 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan seperti berikut.

6.1.1 Berdasarkan hasil perhitungan, alat gali muat *excavator* Hitachi XCMG-1250 dan alat angkut *dump truck* LGMG CMT 106 dengan material overburden di



PIT Alam 1-3, nilai *match factor* yang didapatkan yaitu sebesar 1,46 atau  $> 1$ . Dari hasil perhitungan *match factor*, berarti tidak tercapainya nilai keserasian kerja alat secara 100%, hal ini disebabkan oleh alat angkut yang kurang beroperasi karena menunggu alat gali-muat untuk melakukan pemuatan.

6.1.2 Untuk Hitachi ZX350 LC dan *dump truck* Dongfeng Tianlong KC 4×6 dengan material batubara di pit Alam 1-3, Faktor keserasian alatgali-muat dan alat angkut yaitu 0,47 atau  $MF < 1$ . Dari hasil dari perhitungan *match factor*, berarti tidak tercapainya nilai keserasian kerja alat secara 100%, dimana alat gali-muat bekerja kurang maksimal dikarenakan menunggu alat angkut kembali ke *front* penambangan.

## 6.2 Saran

Hasil dari analisis dan pembahasan, penulis mempunyai beberapa saran untuk perusahaan, yaitu sebagai berikut.

6.2.1 Untuk menjadikan nilai *match factor* nya = 1,00 atau mendekati angka 1,00, sebaiknya mengurangi menjadi 9 alat angkut saja (didapatkan nilai = 1,01) untuk proses perjalanan muat *overburden* ke area disposal. Dan untuk perjalanan muat alat batubara dibutuhkan penambahan alat angkut menjadi 6 uah *dump truck* (didapatkan nilai 0,93) agar tercapainya keserasian alat gali-muat sehingga angkut dan efisien dalam penggunaan alat.

6.2.2 Dilakukan nya pelebaran untuk jalan alat angkut, karena banyaknya jalan yang lebar jalannya tidak sesuai dengan geometri jalan yang standar, sehingga sering terjadinya antrian pada saat melewati jalan yang kurang lebar.

## Referensi

- [1] Sibarani Sari Uly, Mukiat, M Akib Abro (2016). Analisa Teknis Mine Dewatering Terhadap Rencana Tiga Tahun Penambangan Hingga Tahun 2016 Di Pit Blok Barat PT Muara Alam Sejahtera Kabupaten Lahat : Universitas Sriwijaya
- [2] Pulunggono, A., S, Agus Haryo., Kosuma, Christine. G., 1992. Pre-tertiary and tertiary fault system as a framework of the South Sumatra Basin: A study of SAR-MAPS. Proceedings Indonesian Petroleum Associations Twenty First Annual Convention, IPA 92-11. 37. Cheng, J. E. (2019). Match factor determination of excavator-truck combination in surface mining: Case study of merit pila coalfield, Sarawak. *Geological Behavior*, 3(1), 28-29
- [3] Adiwidjaja, P. and Decoster, G.L. 1973. Pre-Tertiary Paleotopography And Related Sedimentation In South Sumatra . Bulletin of Proceedings Indonesian Petroleum Associations, 2
- [4] Oemiati, N., Revisdah, R., & Rahmawati, R. (2020). Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden). *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 6(3), 194-207
- [5] Ferdian Saputra. (2018). Kajian Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden di Pit S5 Selatan. *Indonesian Mining and Energy Journal*, Vol. 1, No. 1, Mei 2018 : 29 - 39.
- [6] Nursidah. (2019). Produksi Serta Total Biaya Penggalian dan Pengangkutan Batubara. *Jurnal Pertambangan*, Vol. 3, No. 4 (2019)
- [7] Tenriajeng, A. T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- [8] Nasuhi, M., Tono, E. T., & Guskarnali, G. (2017). Optimalisasi dan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Tambang Batu Granit PT Vitrama Properti di Desa Air Mesu, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah. *MINERAL*, 2(1), 8-15.
- [9] Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- [10] Hutmi, R., & Prabowo, H. (2022). Perhitungan Perbandingan Tonase Bauksit Menggunakan Data Truck Count, dan Tonase Hasil Analisa Laboratorium di Bauxite Processing Plant 1 dan 2 PT. Jaga Usaha Sandai-Site sandai, Sandai Kiri, Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. *Bina Tambang*, 7(1), 1-11.
- [11] Fikri, M., & Prabowo, H. (2023). Coal Quality Control from Front to Stockpile at PT. Khatulistiwa Makmur Persada. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 5(2), 375-388
- [12] Prabowo, H., & Marcelino, U. Z. D. (2023). Kajian Teknis Produktifitas dan Keserasian Excavator dengan Dump Truck pada Kegiatan Coal Getting Seam 18 PT. Kurnia Alam Investama Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. *CIVED*, 10(2), 398-408.
- [13] Hendri, G. O., Maiyudi, R., Prabowo, H., & Anarta, R. (2023). Evaluasi Pengupasan Volume Overburden Menggunakan Data Truck Count Monitoring dan Joint Survey di Pit Batu Tegak PT. Andalan Artha Primanusa Jobsite PT. Budi Gema Gempita, Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 8(2), 90-97
- [14] Kurniawan, R., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2015). Rancangan Pit Muara Tiga Besar Selatan Bulan Juni Tahun 2015 Unit Penambangan Tanjung Enim Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 2(1), 202-216.
- [15] Alifa, A., Gusman, M., & Prabowo, H. (2018). Optimalisasi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Terhadap Produksi Batubara Dengan Metode Kapasitas Produksi dan Metode Teori Antrian Pada Pit Taman Periode Oktober 2016 Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam (PERSERO) Tbk *Bina Tambang*, 3(2), 807-818.