

**OPTIMALISASI ALAT GALI MUAT DAN ANGKUT  
TERHADAP PRODUKTIVITAS  
PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN*  
DI PT. *JHONLIN* BARATAMA *SITE* SUNGAI DUA  
KECAMATAN SIMPANG EMPAT  
KABUPATEN TANAH BUMBU  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**SKRIPSI**



**OLEH:**

**NICOLIUS ARTA AMINO**  
**DBD 117 037**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/PROGAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
2022**

**OPTIMALISASI ALAT GALI MUAT DAN ANGKUT  
TERHADAP PRODUKTIVITAS  
PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN*  
DI PT. *JHONLIN* BARATAMA *SITE* SUNGAI DUA  
KECAMATAN SIMPANG EMPAT  
KABUPATEN TANAH BUMBU  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1  
Pada Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan



**OLEH:**

**NICOLIUS ARTA AMINO**  
**DBD 117 037**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/PROGAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**OPTIMALISASI ALAT GALI MUAT DAN ANGKUT  
TERHADAP PRODUKTIVITAS PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN*  
DI PT. *JHONLIN* BARATAMA *SITE* SUNGAI DUA  
KECAMATAN SIMPANG EMPAT KABUPATEN TANAH BUMBU  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

Oleh

**NICOLIUS ARTA AMINO**

**NIM. DBD 117 037**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Sidang Skripsi

Hari/ Tanggal:

Senin, 25 Oktober 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

**Tim Dosen Sidang Skripsi**

1. **FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.**  
NIP. 19791215 200812 1 001

Pembimbing Utama



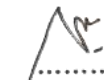
2. **YOSSA YONATHAN HUTAJULU, S.T., M.T.**  
NIP. 19841022 201504 1 001

Pembimbing Pendamping



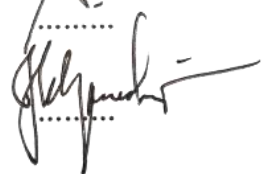
3. **NOVERIADY, S.T., M.T.**  
NIP. 19861125 201903 1 007

Ketua Penguji



4. **Dr. Ir. YULIAN TARUNA, M. Si**  
NIP. 19580705 199803 1 019

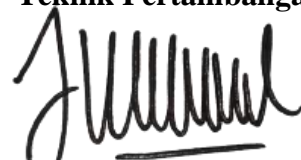
Sekretaris Penguji



Mengetahui,  
Dekan  
Fakultas Teknik



Menyetujui,  
Ketua Jurusan  
Teknik Pertambangan



**Fahrul Indrajaya, S.T., M.T.**  
NIP. 19791215 200812 1 001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala Puji dan Syukur ku panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena setiap langkah yang kulewati dengan berbagai rintangan yang sulit, semua hanya karena Engkau yang telah menuntunku. Dan karena Kasih, Kemurahan dan Karunia-Nya lah Skripsi ini dapat selesai dengan segala suka cita.

**“Berpeganglah pada perintahku, dan engkau akan hidup; simpanlah ajaranku seperti biji matamu.”**

**(Amsal 7:2)**

### KARYA INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA:

1. Kepada Ayah “Astronot S. Pd” dan Ibu “Yelida S. PdK”, tidak hentinya rasa terima kasihku yang telah melahirkan, membesarkan, dan selalu mendoakan yang terbaik. Ketulusan Ayah dan Ibu terus mengalir hingga sekarang, berbagai pengorbanan dan kesabaran yang besar telah membentuk seorang anak yang tumbuh penuh harapan. Kepada orangtuaku yang kusayangi, semoga Tuhan Yesus selalu memberi kesehatan, mendampingi dan melindungi setiap kalian berada dimanapun.
2. Untuk wanita terhebat dan terkasihku “Desi Wardani”, dengan kesabaran dan cinta yang telah diberikan, sudah mendorong jauh untuk berfikir kedepan dan menjadi pribadi yang lebih dewasa.
3. Teman-Teman terbaik dan paling berjasa “Danny Atkasniatu dan Bangkitman Fajarking N” yang selama ini ada dalam suka duka baik di dunia perkuliahan dan pekerjaan. Serta teman-teman angkatan 2017 teknik pertambangan.
4. Dosen pembimbing skripsiku “Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, S.T., M.T. dan Bapak Fahrul Indrajaya, S.T., M.T.” terima kasih banyak sudah meluangkan waktu dan pikiran nya untuk memberikan arahan dan masukkan dalam menyelesaikan skripsi ini. Serta Seluruh Bapak dan Ibu Dosen pengajar Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya yang telah membekali ilmu pengetahuan sebagai kekayaan untuk menghadapi masa depan, terima kasih atas bimbingan dan arahan nya selama ini.
5. Kedua orang yang paling berjasa dan paling memotivasi hidup saya selama ini saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Daud Kala Bombang dan Bapak Henda Suryono Mekeng.

Palangka Raya, 25 Oktober 2022



NICOLIUS ARTA AMINO

## **SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : NICOLIUS ARTA AMINO


NIM : DBD 117 037

JURUSAN/PROGRAM STUDI : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di Daftar Pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam penulisan dan penyusunan Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapa pun.

Palangka Raya, 25 Oktober 2022

  
**NICOLIUS ARTA AMINO**  
**NIM. DBD 117 037**

## SARI

PT. Jhonlin Baratama merupakan perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batubara, jasa kontraktor yang berada di *site* Sungai Dua, Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menghitung produktivitas alat gali muat dan angkut pada pengupasan *overburden* serta mengoptimalkan kinerja alat gali muat dan angkut. Pengambilan data berupa data *cycle time* alat gali muat dan angkut pada kegiatan pemindahan material *overburden*. Alat yang digunakan adalah excavator Komatsu PC 2000-8 dan Caterpillar 390D serta *dump truck* yang di gunakan adalah HD773E dan HD465. Hasil perhitungan produktivitas alat gali muat pada excavator PC 2000 adalah sebesar 1342 Ton/jam sedangkan pencapaian excavator CAT 390 sebesar 721 Ton/jam, dimana PT. *Jhonlin* Baratama memiliki target produksi per jam untuk PC 2000 sebesar 1757 Ton/jam dan CAT 390 sebesar 984 Ton/jam. Kemudian hasil produktivitas alat angkut pada *fleet* PC 2000 adalah 1126 Ton/jam sedangkan pada *fleet* CAT 390 adalah 616 Ton/jam. Hambatan yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat adalah *stanby* karena menunggu perputaran alat angkut yang lama, dan hambatan untuk alat angkut adalah *slippery* dan kurangnya perawatan jalan angkut menuju disposal. Agar produktivitas maksimal maka di lakukan nya upaya optimalisasi pada alat gali muat dan angkut seperti memaksimalkan *front loading*, perbaikan jalan angkut (*road maintenance*), dan mengoptimalkan waktu tunggu alat gali muat. Upaya yang dapat dilakukan agar produktivitas efisien dan mengurangi waktu tunggu alat gali muat adalah dengan menambahkan 1 dari 6 alat angkut pada PC 2000 sehingga meningkat dari 1126 Ton/jam menjadi 1314 Ton/jam, dan menambahkan 2 dari 6 alat angkut pada CAT 390 sehingga meningkat dari 616 Ton/jam menjadi 824 Ton/jam.

**Kata kunci:** *Overburden*, produktivitas alat gali muat dan angkut, optimalisasi.

## ABSTRACT

PT. Jhonlin Baratama is a company engaged in the coal mining sector, contractor services located at the Sungai Dua village, Tanah Bumbu Regency, South Kalimantan Province. The purpose of this research is to calculate the productivity of digging and loading equipment and hauling in overburden stripping and to optimize the performance of digging and loading equipment and hauling. Data collection is in the form of cycle time data for loading and unloading equipment on overburden material transfer activities. The tools used are Komatsu PC 2000-8 and Caterpillar 390D excavators and dump trucks used are HD773E and HD465. The results of the calculation of the productivity of the excavator PC 2000 are 1342 Tons/hour while the achievement of the CAT 390 excavator is 721 Tons/hour, where PT. Jhonlin Baratama has an hourly production target for PC 2000 of 1757 Tons/hour and CAT 390 of 984 Tons/hour. Then the productivity of the means of transport on the PC 2000 fleet is 1126 Tons/hour while on the CAT 390 fleet it is 616 Tons/hour. Barriers that affect the productivity of the digging and loading equipment are standby due to the long waiting rotation of the conveyance, and the obstacles for the means of conveyance are slippery and the lack of maintenance on the haul road to disposal. In order to maximize productivity, efforts are made to optimize the digging and transport equipment such as maximizing front loading, repairing haul roads (road maintenance), and optimizing the waiting time for loading and unloading equipment. Efforts that can be made to increase productivity and reduce waiting time for loading and unloading tools are by adding 1 of 6 conveyances on PC 2000 so that it increases from 1126 Tons/hour to 1314 Tons/hour, and adding 2 of 6 conveyances on CAT 390 so that it increases from 616 Tons/hour to 824 Tons/hour.

**Keywords: Overburden, productivity of digging and loading equipment and hauling, optimization.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunianya-Nya, Penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “OPTIMALISASI ALAT GALI MUAT DAN ANGKUT TERHADAP PRODUKTIVITAS PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT. *JHONLIN BARATAMA SITE SUNGAI DUA KECAMATAN SIMPANG EMPAT KABUPATEN TANAH BUMBU PROVINSI KALIMANTAN SELATAN*”. Penelitian ini dilakukan pada bulan juni – agustus 2021. Penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Pertambangan.

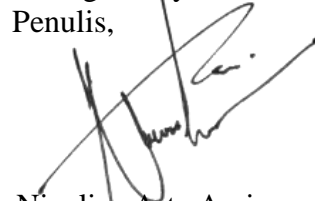
Atas bimbingan dan dukungan, maka penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT. Dekan Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya dan selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, S.T., M.T. Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya. Koordinator Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing II Skripsi.
4. Bapak Noveriady, S.T., M.T. Dosen Penguji I Skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. Yulian Taruna, M.Si. Dosen Penguji II Skripsi.

6. Bapak Daud Kala Bombang, selaku Direktur Utama PT. Jhonlin Baratama.
7. Bapak Midhan Kurniadi, Selaku Pembimbing Lapangan.

Penulis menyadari bahwa di dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan mengharapkan saran dan masukan yang bersifat membangun, agar skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Palangka Raya, 25 Oktober 2022  
Penulis,



Nicolius Arta Amino  
NIM. DBD 117 037

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....</b>	<b>iv</b>
<b>SARI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan .....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Pengupasan <i>Overburden</i> .....	6
2.3 Alat Gali dan Muat ( <i>Hydraulic Excavator</i> ).....	7
2.4 Alat Angkut .....	10
2.5 Waktu Edar ( <i>Cycle Time</i> ) .....	11
2.6 Efisiensi Kerja .....	12
2.7 Ketersediaan Alat .....	13
2.8 <i>Bucket Fill Factor</i> .....	14
2.9 <i>Swell Factor</i> .....	15
2.10 Produktivitas.....	15
2.11 Jalan Angkut.....	16
2.12 Faktor Keceramasan Alat ( <i>Match Factor</i> ).....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian .....	22
3.2 Kondisi Geologi Regional .....	24
3.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian .....	27
3.4 Alat Dan Bahan .....	29
3.5 Tata Laksana Penelitian.....	29

	<b>Halaman</b>
3.6 Diagram Alir Metode Penelitian.....	36
3.7 Diagram Alir Kerangka Pemikiran.....	36
3.8 Waktu Penelitian .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Hasil.....	40
4.2 Pembahasan .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 <i>Single Back Up dan Double Back Up</i> .....	8
2.2 <i>Triple Back Up</i> .....	9
2.3 (a) <i>Frontal Cut</i> , (b) <i>Parallel Cut</i> .....	10
2.4 Lebar Jalan Angkut Dua Lajur Pada Jalan Lurus.....	17
3.1 Diagram Alir Metode Penelitian .....	36
3.2 Diagram Alir Kerangka Pemikiran .....	37

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 <i>Fill Factor</i> .....	14
2.2 <i>Gradient Conversion</i> .....	19
3.1 <i>Form Data Cycle Time</i> Alat Gali Muat .....	37
3.2 <i>Form Data Cycle Time</i> Alat Angkut .....	38
3.3 Waktu Penelitian .....	39
4.1 <i>Cycle Time</i> Rata-Rata dan <i>Delay</i> Alat Gali Muat .....	44
4.2 <i>Cycle Time</i> Rata-Rata dan <i>Delay</i> Alat Angkut .....	44
4.3 Produktivitas Aktual Alat Gali Muat .....	45
4.4 Produktivitas Aktual Alat Angkut.....	45
4.5 Faktor Keserasian Alat ( <i>Match Factor</i> ) .....	46
4.6 <i>Match Factor</i> Dan Produktivitas Sebelum Optimalisasi .....	46
4.7 <i>Match Factor</i> Dan Produktivitas Setelah Optimalisasi.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

- A. A.1 Peta Lokasi Dan Kesampaian Daerah
  - A.2 Peta Geologi Regional
  - A.3 Peta Geologi Daerah Penelitian
- B. Spesifikasi Alat Gali Muat Dan Angkut
- C. Geometri Jalan Angkut
- D. Cycle Time Alat Gali Muat
- E. *Cycle Time* Alat Angkut
- F. Produktivitas Alat Gali Muat Dan Angkut
- G. *Match Factor*
- H. Ketersediaan Alat
- I. Upaya Perbaikan Jumlah Alat Angkut
- J. Curah Hujan

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT. Jhonlin Baratama merupakan perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batubara, jasa kontraktor yang berada di *site* sungai dua, kabupaten tanahumbu. Salah satu proyeknya adalah di PT. Arutmin Indonesia. PT. Jhonlin Baratama menggunakan metode penambangan *open cut* dengan menggunakan peralatan mekanis seperti *hydraulic excavator* sebagai alat gali muat dan *HD dump truck (heavy duty dump truck)* sebagai alat angkut. Produktivitas aktual alat merupakan kemampuan kerja alat yang dihitung dalam satuan jam, untuk menghitung produktivitas alat, diperlukan beberapa data diantaranya adalah waktu siklus (*cycle time*). Kinerja unit adalah salah satu penentu besarnya nilai produktivitas, namun terdapat hambatan yang menyebabkan kerja dari alat gali muat dan angkut kurang optimal. Hambatan yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat adalah *stanby* karena menunggu perputaran alat angkut yang lama, dan hambatan untuk alat angkut adalah *Slippery* dan kurangnya perawatan jalan angkut menuju *disposal*. Upaya optimalisasi untuk mengatasi tingginya waktu siklus adalah memaksimalkan *front loading*, perbaikan jalan angkut (*road maintenance*), dan mengoptimalkan waktu tunggu alat gali muat. Dari latar belakang tersebut, pelaku penghambat tinggi atau rendahnya nilai produktivitas adalah material, kinerja unit dan kesesuaian alat.

Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian dengan judul

**“Optimalisasi Alat Gali Muat Dan Angkut Terhadap Produktivitas Pada Pengupasan *Overburden* di PT. *Jhonlin Baratama Site* Sungai Dua Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan”.**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai produktivitas alat gali muat dan angkut pada pengupasan *overburden* pada PT. *Jhonlin Baratama*?
2. Bagaimana mengoptimalkan kinerja alat gali muat dan angkut pada PT. *Jhonlin Baratama*?

## **1.3 Maksud Dan Tujuan**

### **1.3.1 Maksud**

Maksud dari penelitian skripsi ini adalah untuk mendapatkan solusi terhadap rendahnya nilai produktivitas, sehingga produktivitas dapat meningkat pada pekerjaan selanjutnya.

### **1.3.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung produktivitas alat gali muat dan angkut pada pengupasan *overburden* pada PT. *Jhonlin Baratama*.
2. Mengoptimalkan kinerja alat gali muat dan angkut pada PT. *Jhonlin Baratama*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dalam penelitian skripsi ini adalah:

1. Bagi Peneliti

Peneliti dapat meningkatkan kemampuan dalam menganalisa suatu permasalahan, menambah wawasan di bidang pertambangan serta untuk memperoleh gelar sarjana (S1) teknik pertambangan di universitas palangka raya.

## 2. Bagi Perusahaan

Manfaat yang dapat diperoleh bagi perusahaan adalah sebagai acuan dalam kelancaran operasi penambangan, dalam menangani produktivitas yang kurang optimal.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis data dilakukan pada *pit* Gajah Mada PT. *Jhonlin* Baratama;
2. Jenis alat yang di amati adalah excavator KOMATSU PC 2000 dan CAT 390 D sedangkan alat angkut adalah CAT 773 E dan Komatsu HD465-7R;
3. Analisis dilakukan untuk menentukan nilai produktivitas alat gali muat dan angkut secara aktual dan mengetahui penghambat yang mempengaruhi rendahnya nilai produktivitas hingga dilakukan optimalisasi;

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Peneliti memaparkan dua penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang akan diteliti. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu terletak pada aspek penelitian, lokasi dan waktu penelitian yang berbeda.

Rezky Anisari (2016) Dengan judul “Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 *Fleet* D PT. Jhonlin Baratama *Jobsite* Satui Kalimantan Selatan”. Produktivitas alat merupakan kemampuan kerja alat yang dihitung dalam satuan jam. Untuk menghitung Produktivitas alat diperlukan beberapa data diantaranya waktu siklus alat. Penelitian dilakukan dengan metode observasi lapangan dan wawancara dengan objek studi adalah kegiatan pengupasan dan pengangkutan pada material lapisan tanah penutup di pit 8 *fleet* D PT. Jhonlin Baratama *jobsite* Satui. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata waktu siklus alat muat aktual yang dihitung berdasarkan data penelitian di lapangan sebanyak 209 data adalah 20,68 detik/siklus. Sedangkan rata-rata waktu siklus alat angkut yang dihitung berdasarkan data di lapangan dengan 100 data adalah 518,35 detik/siklus. Produktivitas aktual alat muat Excavator CAT 390 D adalah 457,32 Bcm/jam dari target yang di rencanakan 427 Bcm/jam maka target telah tercapai. Sedangkan Produktivitas alat angkut *Heavy Duty* CAT 773 E adalah 126,01 Bcm/jam/unit dari target yang direncanakan 127 Bcm/jam/unit maka target tidak tercapai. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah kondisi jalan

angkut yang bergelombang dikarenakan kurangnya perawatan pada jalan angkut sehingga mengakibatkan waktu siklus alat angkut *Heavy Duty CAT 773 E* mencapai 518,35 detik/siklus.

Amrina Aulia Siregar (2018) Dengan penelitiannya dengan judul “Studi analisis dan simulasi peningkatan produktivitas excavator Hitachi ex 1900-6 dalam pengupasan *overburden* pada tambang batubara PT. Mandala Karya Prima *jobsite* PT. Mandiri Intiperkasa provinsi kalimantan utara”. Dalam proses pembongkaran lapisan penutup, PT. Mandala Karya Prima menggunakan excavator Hitachi EX-1900-6 dengan kapasitas *bucket* 12 m<sup>3</sup>. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rencana kegiatan pembongkaran lapisan penutup dengan menggunakan excavator Hitachi EX1900-6 sebesar 600 bcm/jam tidak mencapai target. Produktivitas aktual excavator Hitachi EX1900-6 untuk material tanah liat basah adalah 556,8 lcm/jam dan untuk material batupasir adalah 548,9 lcm/jam. Komponen yang mempengaruhi produktivitas excavator antara lain jenis material, kondisi pemuatan depan, metode pemuatan, dan operator keterampilan. Komponen-komponen tersebut membuat efisiensi kerja, faktor pengisian *bucket* dan waktu siklus tidak optimal. Siklus waktu aktual pengumpulan data di lapangan adalah 38,63 detik untuk material lempung basah dan 31,64 detik untuk material batupasir. Dengan mengambil contoh *cycle time*, material lempung basah adalah 38,63 detik, kecepatan penggalian seharusnya 812,78 lcm/jam. Namun kenyataan di lapangan, produktivitas *overburden* pembongkaran material lempung basah adalah 556,8 lcm/jam. Kehilangan produktivitas ini terjadi karena adanya hambatan yaitu memindahkan bagian depan, memperbaiki bagian depan, menunggu *hauler*,

*spotting time*, posisi persiapan, dan kebutuhan operator. Dari kendala tersebut, penyumbang penurunan produktivitas terbesar adalah *waiting hauler* yaitu  $\pm 150$  lcm/jam. Berdasarkan rumusan teoritis produktivitas excavator, faktor yang dapat ditingkatkan untuk mengoptimalkan produktivitas excavator adalah efisiensi kerja, faktor pengisian *bucket* dan siklus waktu. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi kerja yaitu optimalisasi *dump truck*, manajemen peralatan, perubahan pola pemuatan, dan *spotting dump truck* tanpa manuver. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi waktu siklus yaitu mengubah pola penggalian dan membuat ketinggian bangku yang optimal. Sedangkan upaya yang dilakukan untuk meningkatkan faktor pengisian ember adalah dengan menerapkan teknik penggalian yang tepat.

## 2.2 Pengupasan *Overburden*

Pada tahap ini kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup merupakan kegiatan yang mutlak harus dikerjakan pada pertambangan terutama pada kegiatan penambangan yang menggunakan sistem tambang terbuka. Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup ditentukan oleh rencana target produksi, semakin baik rancangan pada pengupasan lapisan tanah penutup maka rencana target produksi semakin baik. Untuk mewujudkan kondisi tersebut diperlukan metode dan alat yang mendukung pengupasan lapisan tanah penutup.

Bila material tanah penutup merupakan material lunak (*soft rock*) maka tanah penutup tersebut akan dilakukan penggalian bebas (*free digging*). Namun bila material nya merupakan material kuat, maka terlebih dahulu dilakukan pembongkaran dengan peledakan (*blasting*) kemudian dilakukan kegiatan

penggalian. Peledakan yang akan dilakukan perlu dirancang sedemikian rupa hingga sesuai dengan produksi yang diinginkan.

### **2.3 Alat Gali dan Muat (*Hydraulic Excavator*)**

*Hydraulic excavator* adalah alat serba guna yang dapat dipergunakan untuk menggali, memuat dan mengangkat material. Terutama dipergunakan untuk menggali parit-parit saluran air atau pipa (*pipe line*). Dengan mengganti kelengkapan kerja tambahan (*attachment*). Alat ini dapat juga dipakai untuk memecah batu, mencabut tunggul, membongkar aspal dan lain-lain. Konstruksi bagian atas dari *hydraulic excavator* dapat berputar 360 derajat, sehingga memungkinkan alat ini bekerja ditempat yang relatif sempit sekalipun.

Alat gali muat merupakan alat mekanis yang digunakan untuk melakukan penggalian sekaligus pemuatan material ke alat angkut dan salah satunya adalah *backhoe*.

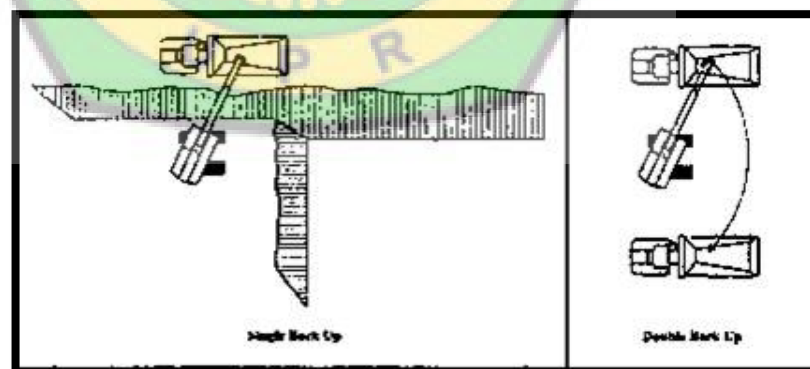
*Backhoe* merupakan alat penggali yang cocok untuk menggali parit atau saluran-saluran. Gerakan *bucket* atau *dipper* dari *backhoe* pada saat menggali arahnya adalah ke arah badan *backhoe* itu sendiri. Jadi tidak seperti *power shovel* dimana arah penggaliannya menjauhi badan *power shovel* (Indonesianto, 2014).

#### **2.3.1 Pola Pemuatan *Backhoe***

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi maka pola pemuatan juga merupakan faktor yang mempengaruhi waktu edar alat, pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alat angkut, yaitu sebagai berikut:

A. Berdasarkan dari jumlah penempatan posisi *dump truck* untuk dimuati terhadap posisi *backhoe*.

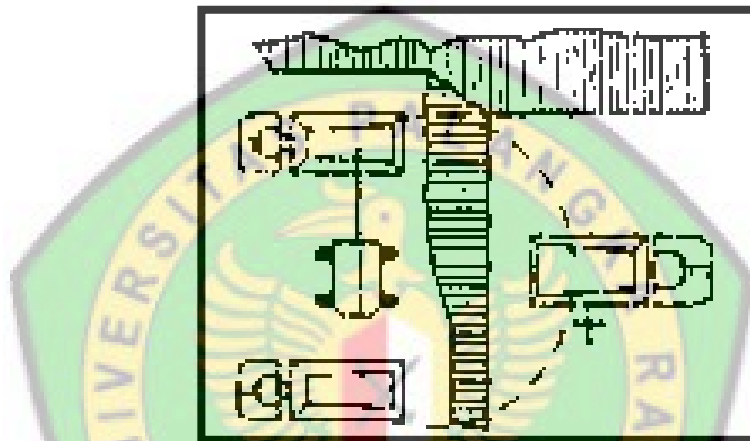
1. *Single Back Up*, adalah ketika *dump truck* memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat sedangkan *dump truck* berikutnya menunggu *dump truck* pertama di muat sampai penuh, setelah *dump truck* pertama berangkat *dump truck* kedua memposisikan diri untuk dimuati sedangkan *dump truck* ketiga menunggu dan begitu seterusnya (Gambar 2.1).
2. *Double Back Up*, adalah ketika *dump truck* memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat, kemudian *backhoe* mengisi salah satu *dump truck* sampai penuh setelah itu mengisi *dump truck* kedua yang sudah memposisikan diri di sisi lain, sementara *dump truck* kedua diisi, *dump truck* ketiga memposisikan diri di tempat yang sama dengan *dump truck* pertama dan seterusnya (Gambar 2.1).



(Sumber: Indonesianto, 2014)

Gambar 2.1 *Single Back Up* dan *Double Back Up*

3. *Triple Back Up*, adalah ketika *dump truck* memposisikan diri untuk dimuati pada tiga tempat, kemudian *backhoe* mengisi salah satu *dump truck* sampai penuh setelah itu mengisi *dump truck* kedua yang sudah memposisikan diri di sisi lain, sementara *dump truck* kedua dan ketiga diisi, *dump truck* keempat memposisikan diri di tempat yang sama dengan *dump truck* pertama dan seterusnya (Gambar 2.2).



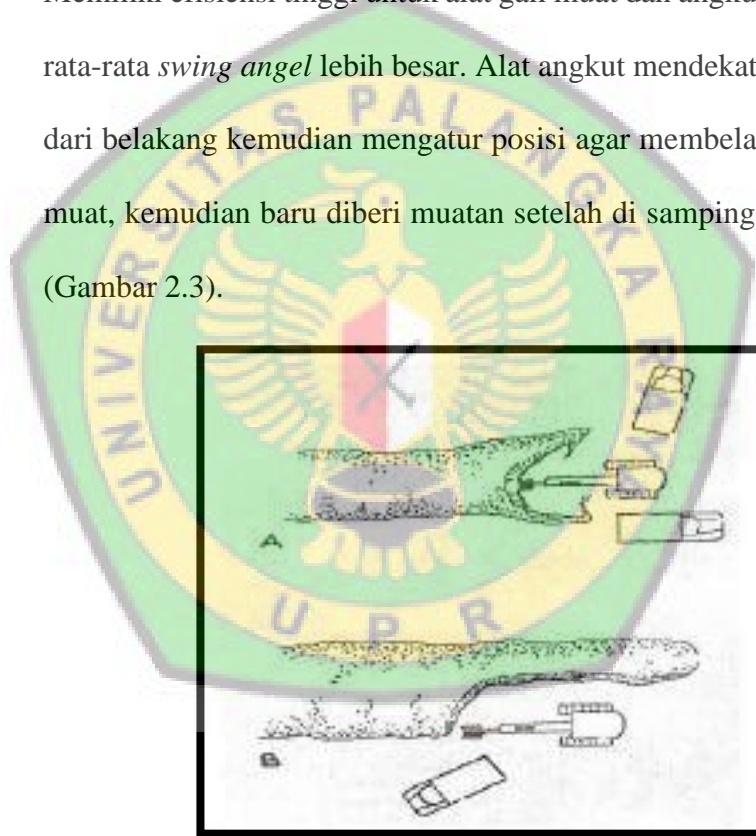
(Sumber: Indonesianto, 2014)

Gambar 2.2 *Triple Back Up*

- B. Berdasarkan dari posisi *dump truck* untuk dimuati hasil galian *backhoe*
1. *Top Loading*, yaitu *backhoe* melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya diatas jenjang atau *dump truck* berada di bawah alat muat
  2. *Bottom Loading*, yaitu *backhoe* melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di jenjang yang sama
- C. Berdasarkan cara *maneuver* dan penempatan *dump truck* terhadap *backhoe*
1. *Frontal Cut*, yaitu *backhoe* berhadapan dengan jenjang atau *front*

penggalian. Pada pola ini *backhoe* lebih dulu memuat pada alat angkut sebelah kiri atau kanan tergantung operator. *Swing angle* bervariasi antara  $10^{\circ}$  -  $110^{\circ}$ .

2. *Parallel Cut*, yaitu *backhoe* bergerak melintang dan sejajar dengan *front* penggalian. Pola ini diterapkan apabila lokasi pemuatan memiliki 2 (dua) akses dan berdekatan dengan lokasi penimbunan (disposal). Memiliki efisiensi tinggi untuk alat gali muat dan angkut nya walaupun rata-rata *swing angel* lebih besar. Alat angkut mendekati alat gali-muat dari belakang kemudian mengatur posisi agar membelakangi alat gali-muat, kemudian baru diberi muatan setelah di samping alat gali-muat. (Gambar 2.3).



(Sumber: Indonesianto, 2014))

Gambar 2.3 (a) *Frontal Cut*, (b) *Parallel Cut*

#### 2.4 Alat Angkut

Alat angkut dikombinasikan dengan alat gali muat, maka sangat perlu memilih kapasitas alat angkut yang serasi dengan kapasitas alat gali muat.

Kapasitas dari alat angkut yang digunakan akan sangat mempengaruhi terhadap hasil produksi dari aktivitas penambangan, sehingga perlu diketahui kapasitas dan jumlah dump truck yang menguntungkan untuk digunakan. Alat angkut ini dibedakan menjadi dua yaitu (Rochmanhadi,1998).

A. *Dump truck* kapasitas kecil

Keuntungan *dumptruck* dengan kapasitas yang kecil ini adalah lebih fleksibel dalam melakukan *maneuver* yang akan sangat menguntungkan pada jarak angkut pendek, dan memiliki kecepatan yang lebih tinggi. Namun penggunaan *dump truck* berkapasitas kecil ini memerlukan banyak unit *dump truck* dan operator dalam pengoperasiannya.

B. *Dump truck* kapasitas besar (*Heavy Dump Truck*)

Keuntungan *heavy dump truck* ini adalah material yang diangkut lebih banyak dan jumlah unit serta operator yang dibutuhkan lebih sedikit daripada penggunaan *dump truck* kapasitas kecil. Namun kerugiannya adalah waktu yang dibutuhkan alat gali muat lebih lama.

## 2.5 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menyelesaikan satu siklus, dari mulai kerja sampai dengan selesai dan bersiap-siap memulainya kembali.

A. Waktu Edar Alat Muat

Waktu edar alat muat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$CT_m = Digging + Swing Load + Dumping + Swing Empty \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- CTm* = Waktu edar alat muat, detik
- Digging* = Waktu menggali material, detik
- Swing Load* = Waktu putar dengan *bucket* terisi, detik
- Dumping* = Waktu menumpahkan muatan, detik
- Swing Empty* = Waktu putar dengan *bucket* kosong, detik

#### B. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$CTa = Loading + Hauling + Maneuver Disposal + Dumping + Hauling Empty + Maneuver \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

- Cta* = Waktu edar alat angkut, menit
- Loading* = Waktu diisi muatan, menit
- Hauling* = Waktu mengangkut muatan, menit
- Maneuver Disposal* = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan, menit
- Dumping* = Waktu pengosongan muatan, menit
- Hauling Empty* = Waktu kembali kosong, menit
- Maneuver* = Waktu mengambil posisi untuk dimuati, menit

#### 2.6 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan nilai dari suatu pekerjaan antara waktu yang sudah ada dan waktu yang dipakai untuk bekerja. Persamaan dari efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

$$Eff = \frac{CT}{CT+Wt} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

*Eff* = Efisiensi Kerja (%)

*Ct* = Total waktu alat gali muat (Detik)

*Wt* = Total Waktu Tunda / *Delay time*

(Nurhakim, 2004:6)

## 2.7 Ketersediaan Alat

Ketersediaan alat merupakan salah satu hal yang mempengaruhi produktivitas alat muat maupun alat angkut. Beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan alat dan efisiensi adalah *Mechanical Availability (MA)*, *Physical Availability (PA)*, *Use of Availability (UA)*, *Effective Utilization (EU)*.

PA, MA, UA, dan EU didapatkan melalui *timesheet* yang biasanya diisi oleh operator unit. Melalui *timesheet* tersebut, harus didapatkan:

1. Jam Operasi: total jam unit bekerja
2. Jam *Standby*: total jam unit *standby/idle* karena faktor eksternal seperti hujan, jalan rusak, istirahat, dll.
3. Jam *Breakdown*: total jam *maintenance* karena faktor internal seperti adanya kerusakan, *service maintenance* unit, dll.
4. Jam Kerja: total keseluruhan aktivitas unit pada hari tersebut. Jam Kerja bisa didapatkan dengan menggabungkan seluruh hasil Jam Operasi, Jam *Standby*, dan Jam *Breakdown*

$$\text{Jam Kerja} = \text{Jam Operasi} + \text{Jam Standby} + \text{Jam Breakdown} \dots\dots\dots (2.4)$$

Setelah mendapatkan keempat data jam, maka dapat menemukan ukuran produktivitas unit dengan rumus sebagai berikut:

1. PA (*Physical Availability*): Angka yg menunjukkan persentase ketersediaan suatu alat beroperasi dengan memperhitungkan kehilangan waktu yang dikarenakan selain sebab mekanis, misalnya hujan, jalan rusak, istirahat, dll.

$$PA = \frac{\text{Jam Operasi} + \text{Jam Standby}}{\text{Jam Kerja}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

2. MA (*Mechanical Availability*): Angka yang menunjukkan persentase suatu alat untuk beroperasi dengan memperhitungkan kehilangan waktu sebab-sebab mekanis, misalnya *repair*, perawatan, perbaikan, dll.

$$MA = \frac{\text{Jam Operasi}}{\text{Jam Operasi} + \text{Jam Breakdown}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

3. UA (*Use of Availability*): Angka yg menunjukkan berapa persen waktu yg digunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat dapat digunakan

$$UA = \frac{\text{Jam Operasi}}{\text{Jam Operasi} + \text{Jam Standby}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

4. EU (*Effective Utilization*): Angka yang menunjukkan berapa persen waktu yang digunakan untuk beroperasi oleh suatu alat dan seluruh waktu yang tersedia.

$$EU = \frac{\text{Jam Operasi}}{\text{Jam Kerja}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

## 2.8 *Bucket Fill Factor*

Faktor isian mangkuk adalah perbandingan antara kapasitas nyata mangkuk alat gali-muat dengan kapasitas baku mangkuk (sesuai spesifikasi) alat gali-muat.

Faktor isian mangkuk dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Bucket fill factor} = \frac{\text{Volume Nyata}}{\text{Volume Baku}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.9)$$

Untuk mengetahui jenis material berdasarkan faktor pengisian menggunakan tabel *fill factor* (Tabel 2.1):

Tabel 2.1 *Fill Factor*

<i>Material</i>	<i>Bucket Fill Factor</i>
<i>Moist Loam or Sandy Clay</i>	100 – 110 %
<i>Sand and Gravel</i>	95 – 100 %
<i>Hard, Tough Clay</i>	80 – 90 %
<i>Rock – Well Blasted</i>	60 – 75 %

(Sumber: *Caterpillar Performance Handbook, Edition 38*)

## 2.9 *Swell Factor*

Ketika suatu bahan diubah dari bentuk awalnya, volumenya berubah. Ini dikenal sebagai ekspansi material. Hanya sebagian kecil dari ruang antar butir yang terisi udara di alam karena material tersebut ditemukan dalam keadaan padat di sana. Volume akan memuai jika zat tersebut dipindahkan dari lokasi awalnya. Volume material setelah penggalian mengembang dengan faktor ekspansi. Hanya sebagian kecil dari rongga antara butir yang diisi dengan udara karena sebagian besar bahan di alam ditemukan dalam keadaan padat. Faktor pemuaian yang bergantung pada densitas akan menyebabkan pemuaian volume jika material digali. Material yang ditangani selama operasi loading dan hauling adalah material yang volumenya longgar (Indonesianto, 2014).

$$SF = \frac{\text{Density In Loose}}{\text{Density In Bank}} \dots\dots\dots(2.10)$$

## 2.10 Produktivitas

Kemampuan produktivitas alat dapat digunakan untuk menilai kinerja dari alat muat dan alat angkut. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar hasil produktivitas alat tersebut.

### A. Produktivitas Alat Gali Muat

Perhitungan produktivitas alat gali muat angkut adalah sebagai berikut:

$$(Q) = \frac{3600}{CTm} \times C \times BFF \times EFF \times SF \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

$Q$  = Produktivitas alat muat (BCM/Jam)

3600 = Jumlah detik dalam 1 Jam (Detik/Jam)

$CTm$  = *Cycle Time* alat muat (detik)

$C$  = Kapasitas mangkuk alat muat (LCM)

$BFF$  = Faktor pengisian alat muat (%)

$EFF$  = Efisiensi kerja (%)

$SF$  = Faktor pengembangan.

### B. Produktivitas Alat Angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut adalah sebagai berikut:

$$(Q) = \frac{3600}{CTa} \times (Cam \times Eff \times SF) \dots\dots\dots(2.12)$$

Di mana,  $Cam = n \times C \times BFF$

Keterangan:

$Q$  = Produktivitas alat angkut (BCM/Jam)

3600 = Jumlah Detik dalam 1 Jam (Detik/Jam)

- $C_{ta}$  = Waktu edar alat angkut (detik)
- $N$  = Jumlah pengisian *bucket* penuh alat angkut
- $C$  = Kapasitas baku alat gali-muat
- $BFF$  = Faktor pengisian (%)
- $EFF$  = Efektifitas kerja (%)
- $SF$  = Faktor pengembangan

## 2.11 Jalan Angkut

Kondisi jalan angkut, geometri, jarak, kemiringan jalan dan daya dukung jalan akan sangat mempengaruhi kemampuan produksi alat, terutama kemampuan produksi alat angkut.

### A. Geometri Jalan

Adapun faktor-faktor yang merupakan geometri penting yang akan mempengaruhi keadaan jalan angkut tambang adalah lebar jalan, jari-jari tikungan dan kemiringan jalan. (Indonesianto, 2008; III 75 )

#### 1. Lebar pada jalan lurus

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus didasarkan pada “*rule of thumb*” yang dikemukakan “Aasho Manual Rural Design”, adalah (Gambar 2.4):

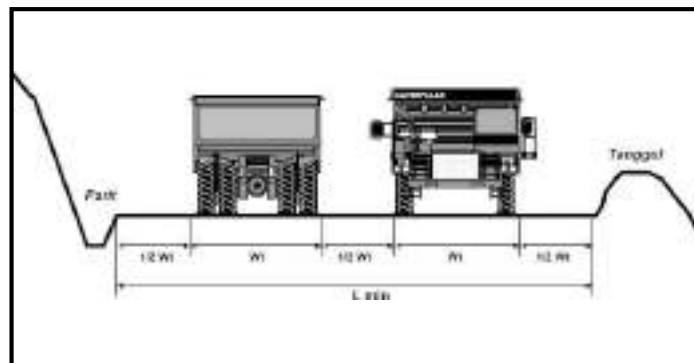
$$L = n \cdot W_t + (n+1) (0,5 \cdot W_t) \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

$L$  = lebar jalan angkut minimum (m)

$n$  = Jumlah jalur

$W_t =$  Lebar alat angkut total (m)



(Sumber: Waterman, 2017)

Gambar 2.4 Lebar Jalan Angkut Dua Lajur Pada Jalan Lurus

2. *Grade* Jalan (Kemiringan Jalan)

Kemiringan atau *grade* jalan angkut merupakan satu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang tersebut. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dari pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan.

Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%). Dalam pengertiannya, kemiringan ( $\alpha$ ) 1 % berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter atau 1 *ft* untuk setiap jarak mendatar sebesar 100m atau 100 *ft* (Gambar 2.5):

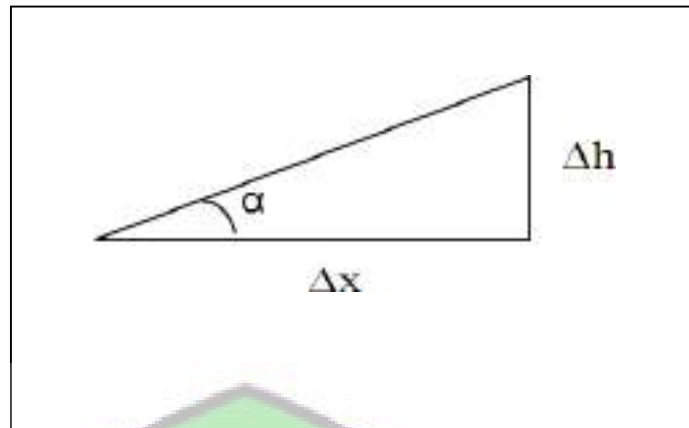
Kemiringan *grade* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Grade (\alpha) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

$\Delta h$  = beda tinggi antara dua titik yang diukur

$\Delta x$  = jarak datar antara dua titik yang diukur



(Sumber: Waterman, 2017)

Gambar 2.5 Kemiringan Jalan Angkut

Secara umum kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut maksimum besarnya berkisar 8 %. (Tabel 2.2):

Tabel 2.2 *Gradient Conversion*

<i>Gradient</i>					
(%)	<i>Grade</i>	(°)	%	<i>Grade</i>	(°)
0.5	1 : 200	0.27	30	1 : 3.3	16.7
1	1 : 100	0.6	31	1 : 3.2	17.2
2	1 : 50	1.2	32	1 : 3.1	17.7
3	1 : 33	1.7	33	1 : 3	18.2
4	1 : 25	2.3	34	1 : 3	18.8
5	1 : 20	2.9	35	1 : 2.9	19.3
6	1 : 16.7	3.4	36	1 : 2.8	19.8
7	1 : 14.3	4	37	1 : 2.7	20.2
8	1 : 12.5	4.6	38	1 : 2.6	20.6
9	1 : 11.1	5.2	39	1 : 2.5	21.2
10	1 : 10	5.7	80	1 : 1.25	38.7
11	1 : 9.1	6.3	85	1 : 1.2	40.3
12	1 : 8.3	6.8	90	1 : 1	42

Bersambung...

Lanjutan Tabel 2.2

<i>Gradient</i>					
13	1 : 7.7	7.4	95	1 : 1	43.5
14	1 : 7.3	8	100	1 : 1	45

(Sumber: Indonesianto, 2008; II 5)

### 2.12 Faktor Keserasian Alat (*Match Factor*)

Faktor keserasian biasanya digunakan untuk mengetahui jumlah alat angkut yang sesuai (serasi) untuk melayani satu unit alat gali muat. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menghitung keserasian antara alat gali muat dan angkut adalah:

- A. Jumlah alat gali muat dan alat angkut yang dipakai;
- B. Waktu edar (*cycle time*) dari alat gali muat;
- C. Jumlah pemuatan alat gali muat ke dalam alat angkut;
- D. Waktu edar (*cycle time*) dari alat angkut;
- E. Jumlah muatan;

Keserasian alat gali muat dan alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Faktor Keserasian} = \frac{Na \times (n \times Ctm)}{Nm \times Cta} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

Na = Jumlah alat angkut

Nm = Jumlah alat gali muat

n = Jumlah pengisian satu ritase

Cta = Waktu edar alat angkut

Ctm = Waktu edar alat gali muat

Dari hasil perhitungan kita dapatkan maka kesimpulannya adalah sebagai

berikut:

- A.  $MF < 1$ , artinya alat muat bekerja kurang dari 100%, sedangkan alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
- B.  $MF = 1$ , artinya alat muat dan alat angkut bekerja 100%, sehingga tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.
- C.  $MF > 1$ , artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut

Untuk mengetahui jumlah alat angkut yang diperlukan untuk melayani satu unit alat gali muat dapat menggunakan rumus faktor keserasian diatas, dengan beberapa asumsi yang harus digunakan, yaitu:

- A. Jumlah alat gali muat = 1
- B. Nilai faktor keserasian ( $MF$ ) = 1

Sehingga rumus diatas dapat disederhanakan menjadi:

$$1 = \frac{Na \times Cm}{1 \times Cta} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$Na = \frac{Cta}{Ctm} \dots\dots\dots(2.17)$$

(Sumber: Basuki dan Nurhakim, 2004; 100 – 101)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian**

Gambaran umum wilayah penelitian adalah penjelasan mengenai situasi dan kondisi tempat lokasi penelitian. Deskripsi wilayah penelitian adalah sebagai berikut:

##### **3.1.1 Sejarah Perusahaan**

PT. Jhonlin Baratama merupakan perusahaan kontraktor pertambangan batubara dengan alamat kantor berada di jalan raya Serongga Kelurahan Sungai Dua, Simpang Empat, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. PT. Jhonlin Baratama didirikan pada tanggal 29 Agustus 2005 di Batulicin, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. PT. Jhonlin Baratama mempunyai bisnis utama meliputi jenis dan bidang usaha, yaitu konsultasi, perencanaan dan pelaksanaan di bidang pengangkutan sub-bidang menggunakan truk, konsultasi dan perencanaan di bidang penambangan, dan pelaksanaan di bidang penambangan terbatas pada kegiatan pengupasan lapisan batuan atau tanah penutup dengan atau tanpa didahului peledakan di lingkungan proyek-proyek pertambangan batubara.

Pada saat ini PT. Jhonlin Baratama telah memperoleh kontrak pertambangan dari PT. Arutmin Indonesia, PT. Baramega Citra Mulia Persada dan KUD Gajah Mada. Pada bulan Agustus 2012, PT. Jhonlin Baratama meraih sertifikasi ISO 9001:2008. Sebuah pencapaian gemilang bagi PT. Jhonlin Baratama. Saat ini, PT. Jhonlin Baratama telah menempatkan dirinya di pasar global dan bersiap-siap untuk

ekspansi di pasar domestik. Kini perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa kontraktor dan penyewaan peralatan tambang telah tumbuh dan menjadi salah satu perusahaan besar di Kalimantan Selatan. Sebagai kontraktor pertambangan batubara dengan sistem tambang terbuka, PT. Jhonlin Baratama menunjukkan kesungguhan pentingnya melakukan reklamasi secara nyata. Lokasi kegiatan proses pembenihan (*nursery*) pun dibangun untuk mendukung dan mengembalikan fungsi lahan sebagaimana peruntukannya. Adapun batas wilayah lokasi penambangan yaitu:

- A. Sebelah utara berbatasan dengan Desa Serongga
- B. Sebelah timur berbatasan dengan wilayah perkebunan PT. Sinarmas
- C. Sebelah barat berbatasan dengan Gunung Besi
- D. Sebelah selatan berbatasan dengan Desa Sungai Kecil

### **3.1.2 Lokasi Kesampaian Daerah**

Akses menuju lokasi penelitian dapat ditempuh melalui jalur darat, Palangka Raya – Banjarmasin, menggunakan bus menempuh perjalanan  $\pm 146$  km dengan waktu tempuh  $\pm 4$  jam 30 menit. dari Banjarmasin – Batulicin menggunakan mobil menempuh perjalanan  $\pm 276$  km dengan waktu tempuh  $\pm 6$  jam. (**Lampiran A.1**)

### **3.1.3 Iklim dan Curah Hujan**

Iklim adalah rata-rata keadaan cuaca dalam waktu yang cukup lama. Iklim merupakan fenomena alam yang digerakkan oleh gabungan beberapa unsur, yaitu radiasi matahari, temperatur, kelembaban, awan, hujan, evaporasi, tekanan udara, dan angin. (Kartasapoetra, 2004).

Untuk memahami karakteristik curah hujan di daerah penambangan di pit gajah mada akan digunakan data hasil pengukuran curah hujan pada bulan juni 2021 **(Lampiran J)**.

### **3.1.4 Keadaan Flora dan Fauna**

Jenis vegetasi yang ada di daerah PT. Jhonlin Baratama hampir seluruhnya merupakan tanaman perkebunan dan produksi lain berupa pohon karet dan buah-buahan. Jenis tanaman lain selain tanaman diatas adalah berupa alang-alang, semak-semak belukar dan sejenisnya yang menempati daerah sungai kecil dan tanaman perkebunan yang sudah tidak produktif lagi.

Jenis fauna yang sering dijumpai pada daerah tersebut berupa babi hutan, monyet, ular, biawak, dan beberapa jenis burung-burungan. Sedangkan hewan ternak yang sering dijumpai seperti sapi, kambing, dan unggas yang dipelihara oleh penduduk setempat sebagai mata pencaharian tambahan.

## **3.2 Kondisi Geologi Regional**

Kondisi geologi merupakan keadaan wilayah yang di dasarkan pada kondisi batuan yang ada di bawah permukaan bumi. Keadaan geologi regional adalah sebagai berikut **(Lampira A.2)**:

### **3.2.1 Fisiografi**

Wilayah endapan batubara, secara fisiografi termasuk dalam cekungan asem-aseam dan terletak di bagian selatan Kalimantan Selatan. Cekungan asem-aseam ditempati oleh batuan sedimen Tersier setebal + 6000 meter. Cekungan mengalami transgresi dari kala eosen sampai dengan juga mengalami regresi pada kala pliosen. Orientasi sumbu-sumbu perlipatan yang terjadi pada umumnya mempunyai arah

Timur Laut – Barat Daya, sedangkan sesar – sesar berarah Barat Laut – Tenggara dan Timur Laut – Barat Daya.

### 3.2.2 Stratigrafi

Peta geologi di buat berdasarkan peta geologi regional kalimantan selatan. Urutan stratigrafi dari tua ke muda pada pulau kalimantan selatan adalah sebagai berikut:

1. Batupasir Kersikan dan Rijang Radiolaria (Mr): Batupasir Kersikan berwarna putih kemerahan, berbutir halus dan padu, dengan sisipan rijang radiolaria. Satuan ini bersentuhan sesar dengan batuan Ultramafik dan Formasi Pitap serta tertindih tak selaras oleh Formasi Tanjung. Umurnya diduga Jura.
2. Batuan Ultramafik (Mub): Harzburgit, dunit, serpentinit, gabro, basal, dan piroksinit yang telah terserpentinifkan. Mikrodiorit (granit tipe “M”) berupa bodin berukuran 1-2 meter dijumpai dengan arah U 290O T. Batuan Ultramafik bersentuhan secara tektonik dengan satuan disekitarnya.
3. Formasi Tanjung (Tet): Bagian bawah terdiri dari perselingan antara batupasir glaukonitan, serpih, batulanau dan konglomerat aneka bahan, sebagian bersifat gampingan. Komponen konglomerat antara lain: kuarsa, feldspar, granit, sekis, gabro dan basal. Bagian atas terdiri dari perselingan batupasir kuarsa bermika, batulanau, batugamping dan batubara. Formasi Tanjung berumur Eosen Akhir dan terendapkan secara tidak selaras di atas batuan mesozoikum pada lingkungan pengendapan litoral – rawa, tebal sekitar 1.300 meter.

4. Formasi Pamaluan (Tomp): Terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batugamping. Batuan ini mengandung fosil foraminifera 21 *Orbulina universa* D'orbigny, *Globigerinoides* sp., *Cycloclypeus* sp., berumur Oligosen-Miosen Awal dan lingkungan pengendapannya neritic. Tebal satuan ini antara 500 – 700 m.
5. Formasi Berai (Tomb): Formasi ini memiliki umur Oligosen Awal – Miosen Awal dan diendapkan secara selaras diatas Formasi Tanjung. Pada bagian bawah formasi ini terdapat litologi berupa batu lempung karbonatan. Sedangkan dibagian tengah terbentuk litologi batugamping yang masif. Setelah itu, pada bagian atas dari formasi ini, diendapkan kembali batu lempung karbonatan. Formasi ini memiliki ketebalan sekitar 100 m dengan pola penyebaran yang dikontrol oleh tinggian purba pada pembentukan cekungan yang lebih tua.
6. Formasi Warukin (Tmw): Batuan penyusun dari Formasi Warukin terdiri dari batu lempung yang berselang-seling dengan lapisan-lapisan tipis batupasir kuarsa dan batu lempung serta batu gamping. Diendapkan secara selaras di atas Formasi Berai dalam lingkungan laut dangkal (litoral) hingga paralitik yang berubah secara berangsur kebagian atas menjadi endapan fluviodeltaik. Umur dari formasi ini diperkirakan antara Miosen Awal Tengah-Miosen Akhir. Ketebalan Formasi Warukin berkisar antara 450-650 meter dan menebal kearah Tinggian Meratus dengan perkiraan sekitar 1300 meter.
7. Aluvial (Qa): Lempung kaolinit dan lanau bersisipan pasir, gambut, kerakal dan bongkahan lepas, merupakan endapan sungai dan rawa.

### 3.2.3 Struktur Geologi

Struktur geologi pada tanah bumbu adalah lipatan dan sesar. Sumbu lipatan umumnya berarah barat daya-timur dan utara-selatan dan sejajar dengan arah sesar normal. Sesar mendatar berarah barat laut-tenggara dan barat daya-timur laut. Struktur Geologi pada daerah penelitian ini berupa sesar, perlipatan dan kelurusan yang secara umum berarah barat daya–timur laut dan utara – selatan dan sejajar dengan arah sesar normal. Sesar mendatar berarah barat laut–tenggara dan barat daya–timur laut.

Sesar terdiri dari sesar normal, sesar geser dan sesar naik yang melibatkan batuan sedimen yang berumur Tersier dan pra-Tersier. Kelurusan-kelurusan ini diduga merupakan jejak/petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum. Lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan, juga berarah sejajar dengan struktur regional. Mengingat litologi di daerah ini didominasi oleh batuan yang berumur tersier, diduga kehadiran sesar, kelurusan dan lipatan berhubungan erat dengan kegiatan tektonik yang terjadi pada zaman itu (Tersier).

### 3.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Geologi daerah penelitian (**Lampiran A.3**) mencakup morfologi, litologi, bentuk dan penyebaran endapan adalah sebagai berikut:

#### 3.3.1 Morfologi

Keadaan morfologi yang dominan pada daerah penelitian adalah dataran dan perbukitan bergelombang lemah hingga kuat dan dataran rendah (termasuk mangrove dan rawa) dengan kemiringan lereng berkisar 5-18%. Morfologi daerah

ini mempunyai ketinggian berkisar 4-100meter mdpl. Morfologi tersebut merupakan akibat dari berbagai aktifitas geologi yang menghasilkan perlipatan, sesar, kekar dan lain-lain. Aliran sungai di daerah penelitian umumnya memperlihatkan pola aliran yang tidak teratur (dendritik) dan terdapat beberapa meander, di mana air sungai berasal dari pegunungan dan bermuara di laut.

### 3.3.2 Litologi

Wilayah pertambangan Batubara PT. Jhonlin Baratama termasuk ke dalam Formasi Warukin dengan ciri litologi berupa perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batubara. Batupasir dan batulempung karbonan setempat mengandung kongresi besi. Batuan ini terendapkan pada lingkungan litoral hingga paralis dan tebalnya 250-270 m. Formasi Warukin mengandung fosil *Myogipsina sp* dan *lepidocyclina cf. Sumatrensis* yang berumur Miosen tengah serta menindih selaras diatas Formasi Berai.

### 3.3.3 Bentuk dan Penyebaran Endapan

Satuan batuan pembawa batubara (*bearing formations*) di wilayah penelitian adalah Formasi Warukin. Penyebaran singkapan batubara tersebut di bagian barat wilayah PKB2B PT. Arutmin Indonesia, yakni tersebar sepanjang sayapnya. Batubara yang ditemukan terdiri dari 7 *seam* dengan *main seam* (*seam* utama) pada *seam* 2 dengan ketebalan bervariasi antara 5-20meter pada kemiringan lapisan berkisar antara 2° hingga 30° ke arah barat. Nilai kalori batubara berkisar antara 4.000 kcal/kg hingga 4200 kcal/kg.

### 3.4 Alat Dan Bahan

Peralatan pengumpulan data dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian skripsi antara lain:

- A. APD (Alat Pelindung Diri);
- B. Kamera ponsel;
- C. Pulpen dan *form* data;
- D. Laptop;
- E. *Stopwatch*;
- F. Kalkulator;

### 3.5 Tata Laksana Penelitian

Tata laksana penelitian menjelaskan tentang langkah kerja dan metode penelitian yang dilakukan pada penelitian. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

#### 3.5.1 Langkah Kerja

Adapun langkah kerja yang dilakukan dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- A. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan *form* yang digunakan untuk mengisi data *cycle time* serta mempelajari buku-buku literatur yang tersedia dan berkaitan dengan optimalisasi dan produktivitas alat gali muat dan angkut.

1. Berikut *form* yang digunakan untuk mengambil data *cycle time* alat gali muat. (Tabel 3.1)

Tabel 3.1 *Form Data Cycle Time* Alat Gali Muat

Hari / Tanggal								
Jam								
Kondisi <i>Front</i>								
<i>Pit</i>								
EX								
DT								
Cuaca								
Pola Pemuatan								
Material								
Muatan								
Kapasitas <i>Bucked</i>								
Tinggi <i>Bench</i>								
Operator								
<i>Tabel Cycle Time Excavator</i>								
NO	<i>Digging</i>	<i>Swing load</i>	<i>Passing</i>	<i>Swing Empty</i>	<i>CT</i>	<i>Delay</i>	Muatan	Keterangan
1								
2								
3								

2. Berikut *form* yang digunakan untuk mengambil data *cycle time* alat angkut. (Tabel 3.2)

Tabel 3.2 *Form Data Cycle Time* Alat Angkut

Tipe HD							
<i>Fleet</i>							
Hari/Tanggal							
Jam							
Material							
<i>HD Class</i>	<i>Loading</i>	<i>Hauling, Maneuver Disposal, Dumping, Hauling Empty</i>	<i>Maneuver</i>	<i>Cycle Time</i>	Total	<i>Delay (Menit)</i>	Keterangan

Bersambung...

Lanjutan Tabel 3.2

<i>HD Class</i>	<i>Loading</i>	<i>Hauling, Maneuver Disposal, Dumping, Hauling Empty</i>	<i>Maneuver</i>	<i>Cycle Time</i>	Total	<i>Delay (Menit)</i>	Keterangan
Total							
Rata - Rata							

### B. Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer, data yang diambil di lapangan berupa data *cycle time* alat gali muat dan angkut dan dokumentasi. Sedangkan data sekunder digunakan sebagai data pendamping. Data yang digunakan adalah spesifikasi alat gali muat dan angkut, peta kesampaian daerah, peta geologi, data curah hujan dan profil perusahaan.

Untuk pengambilan data pengolahan produktivitas, dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. *Form* yang sudah disiapkan, digunakan untuk memasukkan data yang ingin di ambil. Pada *form*, di isi poin-poin yang berhubungan langsung dengan keadaan aktual di lapangan;
2. Data *cycle time* diambil per siklus dengan menggunakan *stopwatch* selama 1 jam, terhadap alat gali muat dan angkut;
3. *Cycle time* alat gali muat

Data yang diambil berdasarkan rumus, yaitu dengan cara menghitung waktu dalam proses pemuatan material ke *dump truck* dalam satu siklus adalah:

- *Digging;*
- *Swing load;*
- *Passing;*
- *Swing empty;*

4. *Cycle time* alat angkut

Data *cycle time* alat angkut diambil dari satu titik pengamatan, kemudian menghitung waktu satu siklus dalam mengangkut material, dari *loading point* menuju *disposal area*. Berikut merupakan proses yang dilakukan oleh alat angkut dalam satu siklus.

- *Loading;*
- *Hauling;*
- *Maneuver disposal;*
- *Dumping;*
- *Hauling empty;*
- *Maneuver;*

5. Setelah data *cycle time* diambil, data dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja;

6. Dari hasil perhitungan efisiensi kerja, dapat terlihat waktu hambatan yang mengakibatkan kinerja alat gali muat dan angkut kurang optimal;

7. Untuk perhitungan produktivitas alat gali muat dan angkut, diperlukannya data *bucket fill factor* dan *swell factor* yang didapat langsung melalui wawancara. Serta kapasitas *bucket* yang di dapat dari spesifikasi alat gali muat;

8. Produktivitas alat gali muat

Perhitungan produktivitas alat gali muat adalah sebagai berikut:

- Jumlah detik dalam 1 jam;
- *Cycle time* alat gali muat;
- Kapasitas *bucket*;
- *Bucket fill factor*;
- *Swell factor*;
- Efisiensi kerja;

9. Produktivitas alat angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut adalah sebagai berikut:

- Jumlah detik dalam 1 jam;
- *Cycle time* alat angkut;
- Jumlah pengisian *bucket*;
- Kapasitas bucket alat gali muat;
- *Bucket fill factor*;
- *Swell factor*;
- Efisiensi kerja;

10. Setelah perhitungan produktivitas selesai, maka dapat melakukan analisis terhadap kinerja alat gali muat dan angkut yang kurang optimal;

11. Dari hari perhitungan produktivitas alat gali muat dan angkut, nilai total rata-rata *cycle time* dibuat untuk menghitung faktor keserasian alat (*match factor*), guna mengetahui jumlah alat angkut yang digunakan;
12. Kesimpulan dari nilai faktor keserasian alat adalah untuk mengetahui sesuai atau tidaknya jumlah alat angkut untuk melayani satu unit alat gali muat. Jika belum sesuai maka dapat menentukan kombinasi antara alat gali muat dan alat angkut.;
13. Jika terdapat suatu hambatan, baik pada produktivitas alat gali muat maupun produktivitas alat angkut, maka dilakukannya optimalisasi hingga dapat dibuat kesimpulan;

### 3.5.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### A. Studi literatur

Merupakan pengumpulan materi dan referensi-referensi dari jurnal, laporan penelitian dari internet yang berkaitan dengan penelitian skripsi.

#### B. Pengamatan lapangan

Merupakan pengamatan langsung terhadap alat mekanis, lingkungan kerja, metode pemuatan, material dan operator pada kegiatan pengupasan *overburden*.

#### C. Pengelompokan data

Data yang diperoleh, dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang di ambil oleh peneliti di lapangan,

seperti data *cycle time* alat gali muat dan angkut. Data sekunder, data ini digunakan sebagai data pendamping. Data yang digunakan adalah spesifikasi alat gali muat dan angkut, peta kesampaian daerah, peta geologi regional, peta geologi, data curah hujan dan profil perusahaan.

#### D. Pengolahan dan analisis data

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengolah data terlebih dahulu, sehingga mendapat nilai produktivitas alat gali muat dan angkut. Untuk mengetahui tercapai atau tidaknya nilai produktivitas, maka di buat suatu perbandingan antara nilai aktual dengan rencana. Hasil pengolahan data digunakan untuk menganalisis data *cycle time*, kondisi lingkungan kerja, material serta penghambat lainnya. Semakin tinggi *cycle time* maka semakin rendahnya nilai produktivitas. Maka dilakukan suatu upaya agar meminimalisir *cycle time*.

#### E. Pembahasan

Melakukan analisis terhadap data yang sudah diolah serta pengamatan di lapangan, sehingga mendapatkan solusi guna menyelesaikan masalah dalam kegiatan pengupasan *overburden* di *pit* gajah mada.

#### F. Kesimpulan dan saran

Merupakan suatu masukan kepada perusahaan terhadap produktivitas guna meningkatkan pekerjaan selanjutnya.

### 3.6 Diagram Alir Metode Penelitian

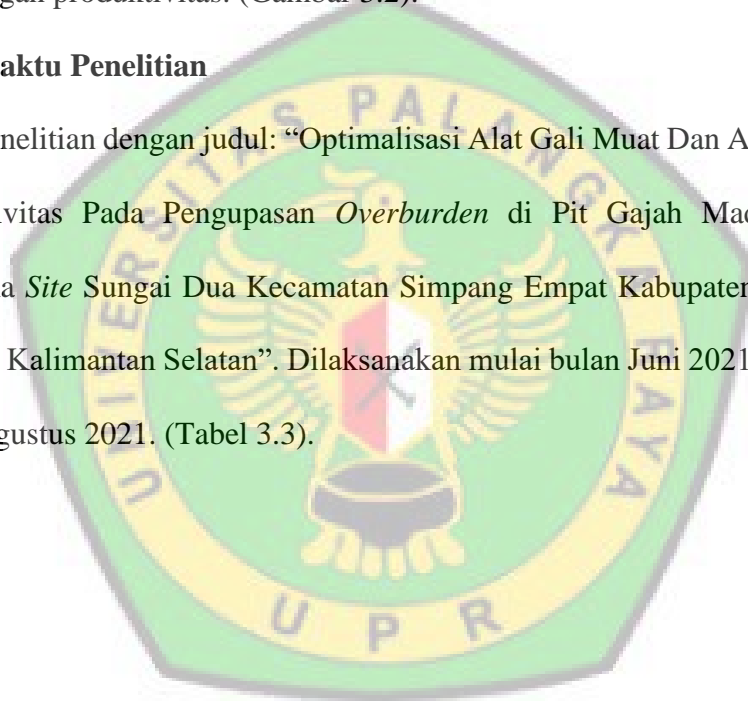
Sistematika penelitian skripsi ini didasari oleh latar belakang yang telah disusun dan dilanjutkan dengan perumusan masalah, pengelompokan data, hingga menarik kesimpulan dan saran. (Gambar 3.1).

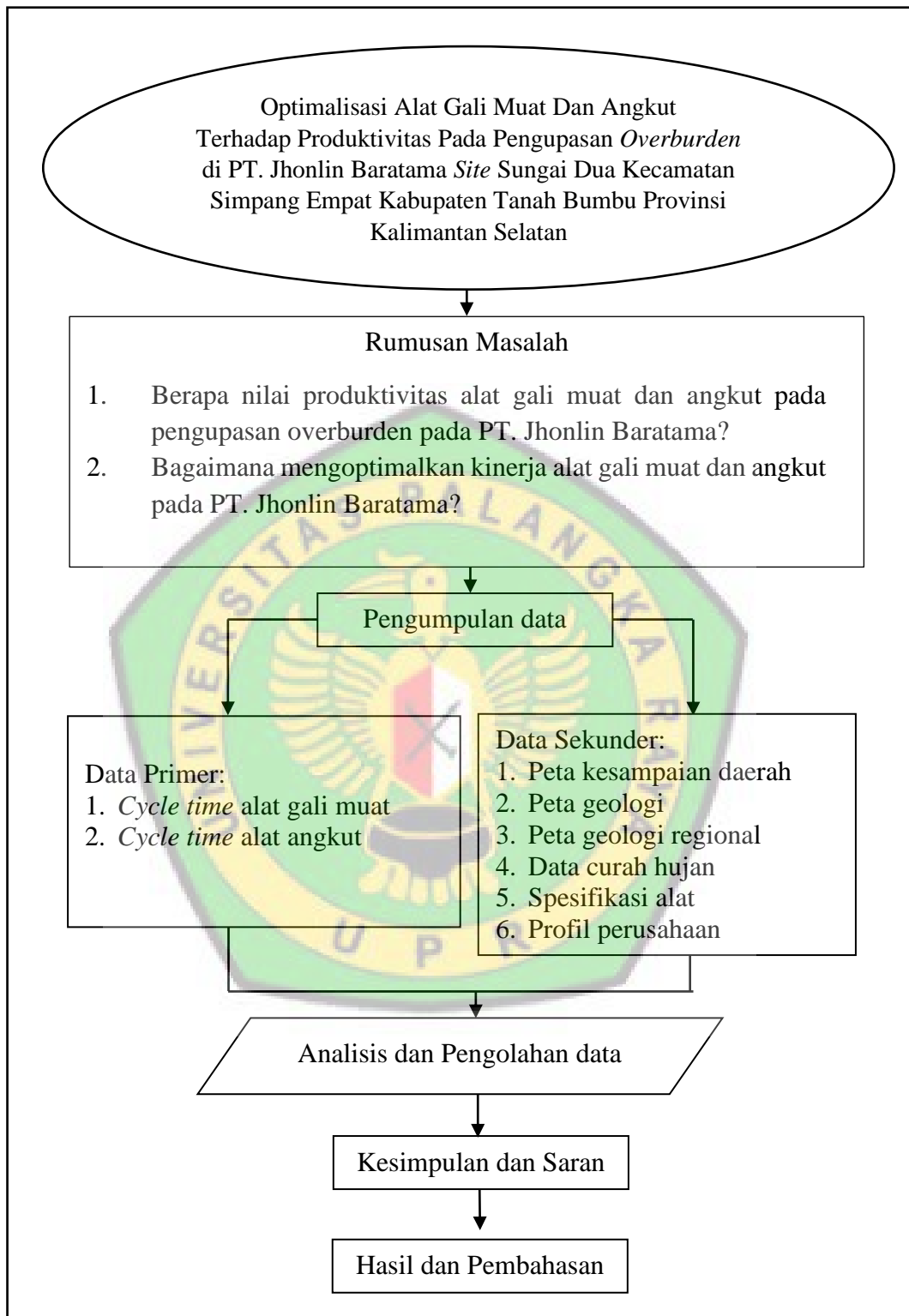
### 3.7 Diagram Alir Kerangka Pemikiran

Adapun diagram alir kerangka pemikiran didasari oleh dilakukannya perhitungan produktivitas. (Gambar 3.2).

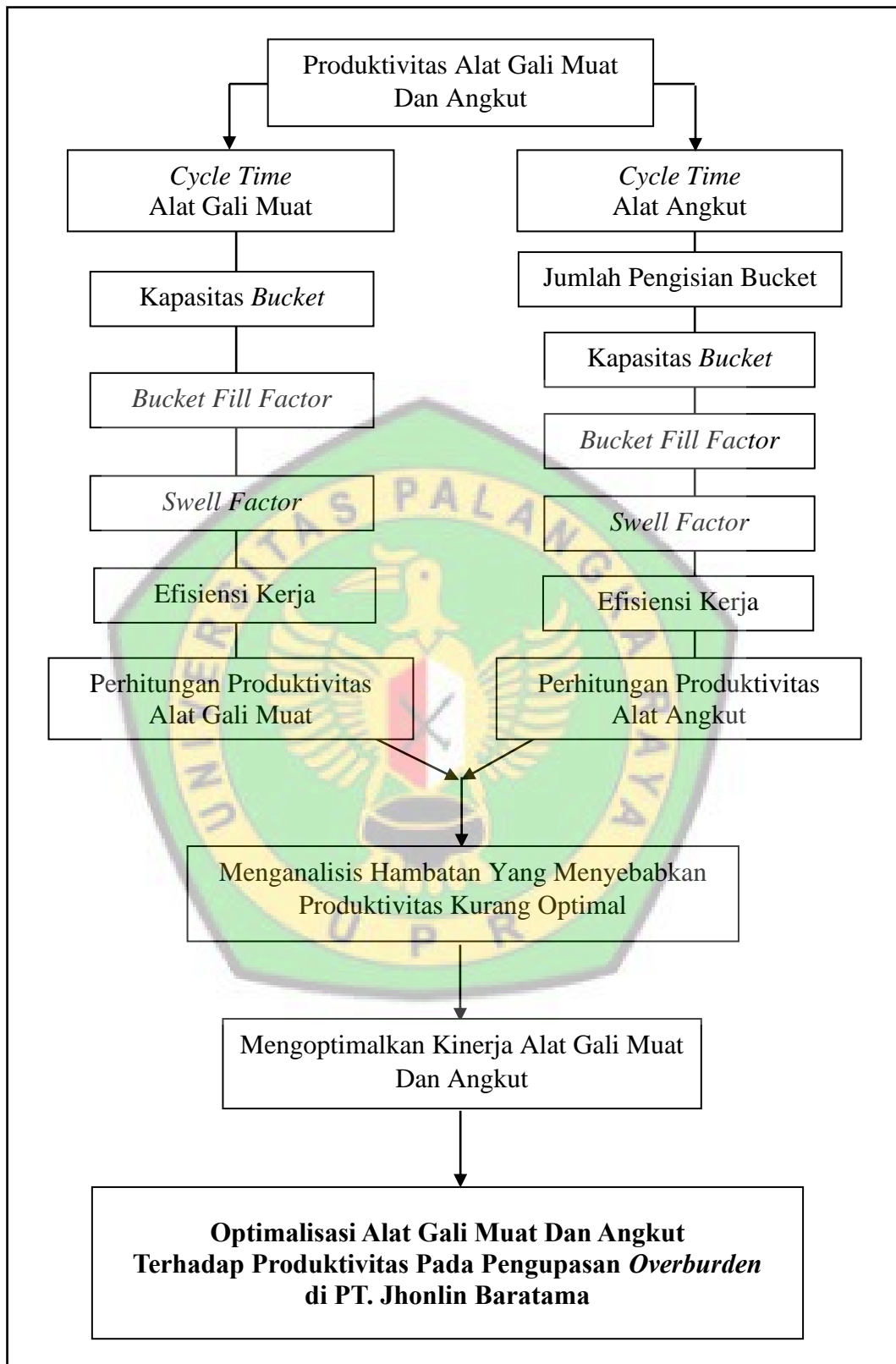
### 3.8 Waktu Penelitian

Penelitian dengan judul: “Optimalisasi Alat Gali Muat Dan Angkut Terhadap Produktivitas Pada Pengupasan *Overburden* di Pit Gajah Mada PT. Jhonlin Baratama *Site* Sungai Dua Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan”. Dilaksanakan mulai bulan Juni 2021 sampai dengan bulan Agustus 2021. (Tabel 3.3).





Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Kerangka Pemikiran

Tabel 3.3 Waktu Penelitian

No.	Keterangan	Juni - Agustus 2021									
		Minggu ke									
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	
1	Presentasi Awal	■									
2	Studi Literatur	■									
3	Orientasi Lapangan	■	■								
4	Pengambilan Data		■	■	■						
5	Pengolahan Data		■	■	■						
6	Penyusunan Laporan					■	■	■	■	■	■



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Kegiatan pengambilan data mencakup 2 *fleet* pada *pit* Gajah Mada, untuk mengetahui keadaan aktual produktivitas alat gali muat dan angkut. Alat gali muat yang digunakan pada kegiatan pembongkaran material *overburden* adalah unit Excavator Komatsu PC 2000 dan Caterpillar 390 dan alat angkut yang digunakan adalah Caterpillar *HD* 773 dan Komatsu *HD* 465. Spesifikasi masing-masing alat dapat dilihat pada **(Lampiran B)**.

##### 4.1.1 Keadaan Fisik Lokasi Penelitian

Secara umum, kondisi jalan cukup relatif datar dan lapangan kerja sudah baik dan memenuhi kebutuhan unit untuk beroperasi.

#### 1. Kondisi *Front Kerja*

Lebar *front* kerja dari *fleet* PC 2000 dan CAT 390 adalah  $\pm$  30-meter dan sudah sesuai dengan standar, Kondisi lapangan untuk *front* kerja pada *fleet* PC 2000 dan *fleet* CAT 390 sudah cukup baik. Pola pemuatan dan jumlah alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

##### a. *Fleet* PC 2000

- Pola Pemuatan

Pola pemuatan dan penggalian alat gali muat dan angkut menggunakan metode *top loading* dengan tinggi *bench* 2,5

meters. Metode ini digunakan agar alat muat lebih mudah melakukan penggalian dan menumpahkan material ke *vessel*, namun jumlah muatan kurang dari 2 *bucket* ke setiap *hauler*. Ketika memasukan 2 *bucket* ke dalam *vessel*, material akan mengalami kelebihan muatan dan terjadinya tumpahan material.

- Jumlah Alat Yang Beroperasi

Alat yang beroperasi adalah excavator PC 2000 berjumlah 1 unit, dan HDC 773 berjumlah 3-unit dan HDK 465 berjumlah 3 unit. Penggunaan alat angkut pada bulan juni kurang sehingga hanya dapat menggunakan 6-unit *hauler* dikarenakan unit sering bermasalah.

b. *Fleet* CAT 390

- Pola Pemuatan

Pola pemuatan yang digunakan adalah *top loading* dengan tinggi bench 2 meters. Tinggi *bench* kurang optimal karena berpasangan dengan HD 773/465 *Class*.

- Jumlah Alat Yang Beroperasi

*Loader* yang digunakan adalah CAT 390 berjumlah 1-unit dengan pasangan *hauler* HDC 773 berjumlah 3-unit dan HDK 465 berjumlah 3 unit.

## 2. Geometri Jalan Angkut

Kemiringan (*grade*) dan jarak jalan angkut merupakan faktor yang mempengaruhi *cycle time hauler* dalam pengangkutan *overburden* dari

*loading point* menuju *disposal*. Berdasarkan data, kemiringan maksimal jalan angkut berkisar 8% - 10%. Ringkasan dapat dilihat pada **(Lampiran C)**.

a. *Grade Jalan Fleet PC 2000*

Jarak jalan angkut dari *front loading* menuju *disposal* berjarak sekitar  $\pm$  1182 meter, dengan *grade* tertinggi adalah 1.4 % pada *segmen i - j*. Lebar jalan lurus 2 jalur alat angkut rata-rata adalah 20-meter dan minim simpangan serta relatif datar.

b. *Grade Jalan Fleet CAT 390*

Jarak jalan angkut dari *front loading* menuju *disposal* berjarak sekitar  $\pm$  1396 meter, dengan *grade* tertinggi 11.0 % pada *segmen q - r*, serta lebar jalan angkut 2 jalur rata-rata adalah 20 meter.

#### 4.1.2 Sifat Material

Densitas material dapat mempengaruhi faktor isian yang ada pada *bucket* excavator.

##### 1. Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Berdasarkan data dari *Department Engineering* nilai densitas keadaan *bank* adalah 1,84 dan densitas material dalam keadaan *loose* adalah 1.48. Jadi faktor pengembangan material adalah 0.80 % untuk lempung kering.

Perhitungan adalah sebagai berikut:

$$SF = \frac{\text{Density In Losse}}{\text{Density In Bank}} = \frac{1.48}{1.84} = 0.80\%$$

##### 2. Faktor Isian Mangkuk (*Bucket Fill Factor*)

Untuk pengambilan data seperti pengukuran volume nyata *bucket* di lokasi penelitian tidak memungkinkan dilakukan secara langsung, karena akan menghambat waktu penggalian material. Jadi, penentuan *bucket fill factor*

berdasarkan pengamatan langsung terhadap pengisian mangkuk pada lokasi penelitian dan mengambil nilai volume nyata untuk excavator PC 2000 adalah 12.0 m<sup>3</sup> dan volume nyata untuk CAT 390 adalah 4,6 m<sup>3</sup> sehingga faktor isian masing-masing alat adalah 100%.

$$\begin{aligned} \text{Bucket fill factor} &= \frac{\text{Volume Nyata}}{\text{Volume Baku}} \times 100 \% \\ &= \frac{12.0}{12.0} \times 100 \% = 100\% \end{aligned}$$

Jadi besarnya faktor isian alat muat PC 2000 adalah 100%.

$$\begin{aligned} \text{Bucket fill factor} &= \frac{\text{Volume Nyata}}{\text{Volume Baku}} \times 100 \% \\ &= \frac{4.6}{4.6} \times 100 \% = 100\% \end{aligned}$$

Jadi besarnya faktor isian alat muat Caterpillar 390 adalah 100%.

#### 4.1.3 Cycle Time

*Cycle time* alat gali muat merupakan waktu rata-rata yang ditempuh untuk melakukan perputaran pekerjaan dari mulai mulai penggalian, pemuatan hingga kembali menggali. Sedangkan *cycle time* alat angkut merupakan waktu rata-rata yang dimulai dari waktu muat, hauling hingga kembali ke tempat dimuat kembali.

##### 1. Cycle Time dan Efisiensi Kerja Alat Gali Muat

Berikut merupakan *cycle time* rata-rata dan efisiensi kerja yang telah didapat di lapangan dan sudah di olah (Tabel 4.1). Data *cycle time* dapat dilihat pada **(Lampiran D)**.

Tabel 4.1 *Cycle Time* Rata-Rata dan *Delay Alat Gali Muat*

Pit Gajah Mada					
<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Equipment</i>	<i>Cycle Time</i> (Menit)	<i>Delay</i> (Menit)	<i>Eff</i>
18-Jun	08.40 - 09.18	PC2000 EXK 017	<b>0.36</b>	<b>10.2</b>	<b>77%</b>
21-Jun	07.23 - 08.24	CAT 390 EXC 021	<b>0.27</b>	<b>9.22</b>	<b>80%</b>

## 2. *Cycle Time* dan Efisiensi Kerja Alat Angkut

Berikut merupakan *cycle time* rata-rata dan efisiensi kerja yang sudah melalui pengolahan data (Tabel 4.2). Data *cycle time* dapat dilihat pada (**Lampiran E**).

Tabel 4.2 *Cycle Time* Rata-Rata dan *Delay Alat Angkut*

Pit Gajah Mada						
<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Fleet</i>	<i>Equipment</i>	<i>Cycle Time</i> (Menit)	<i>Delay</i> (Menit)	<i>Eff</i>
18-Jun	08.40 - 09.18	PC2000 EXK 017	HD773/465	<b>9.55</b>	<b>8.9</b>	<b>77%</b>
21-Jun	07.23 - 08.24	CAT 390 EXC 021	HD773/465	<b>12.55</b>	<b>14.17</b>	<b>77%</b>

### 4.1.4 Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut

Kemampuan produksi alat gali muat dan angkut dapat diketahui dalam perhitungan pada (**Lampiran F**). Hasil perhitungan dapat di lihat dari uraian berikut:

#### 1. Produktivitas Alat Gali Muat

Berikut merupakan hasil perhitungan produktivitas berdasarkan data-data yang telah didapat (Tabel 4.3):

Tabel 4.3 Produktivitas Aktual Alat Gali Muat

Pit Gajah Mada				
<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Equipment</i>	<i>Actual (Tons/H)</i>	<i>Plan (Tons/H)</i>
18-Jun-21	08.40 - 09.18	PC 2000 EXK 017	<b>1342</b>	<b>1757</b>
21-Jun-21	07.23 - 08.24	CAT 390 EXC 021	<b>721</b>	<b>984</b>

## 2. Produktivitas Alat Angkut

Berikut merupakan hasil perhitungan produktivitas berdasarkan data-data yang telah didapat (Tabel 4.4):

Tabel 4.4 Produktivitas Aktual Alat Angkut

Pit Gajah Mada					
<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Fleet</i>	<i>Equipment</i>	<i>Actual (Tons/H)</i>	<i>Plan (Tons/H)</i>
18-Jun-21	8.40	PC 2000 EXK 017	HDC 773/465	<b>1126</b>	<b>1214</b>
21-Jun-21	7.23	CAT 390 EXC 021	HDC 773/465	<b>616</b>	<b>916</b>

### 4.1.5 Keserasian Alat (*Match Factor*)

Berdasarkan hasil perhitungan *match factor* untuk PC 2000 sebesar 0,45 dan untuk CAT 390 sebesar 0,49. Berarti jumlah alat angkut kurang dan alat gali muat memiliki waktu tunggu sehingga perputaran *cycle time* alat gali muat meningkat (Tabel 4.5), perhitungan untuk *match factor* dapat dilihat pada (**Lampiran G**).

Tabel 4.5 Faktor Keserasian Kerja Alat Aktual

Rangkaian Kerja Alat Mekanis	Jumlah Loader	Jumlah Hauler	CT Loader	CT Hauler	Muatan	MF	Waktu Tunggu rata-rata Excavator (Menit)
	(Nm)	(Na)	(CTm)	(Cta)	(n)		
Excavator PC 2000	1	6	0.36	9.55	2	0.45	1.23
Dump Truck HD 773/465							
Excavator CAT 390 D	1	6	0.27	13.29	4	0.49	2.35
Dump Truck HD 773/465							

#### 4.1.6 Optimalisasi Alat Gali Muat Dan Angkut

Dari nilai aktual produktivitas alat gali muat dan angkut pada kedua *fleet* belum optimal dan belum mendekati target produktivitas. Cara agar produktivitas meningkat adalah meminimalisir *cycle time* dengan cara mengoptimalkan *front* kerja, material serta kondisi jalan angkut, Kemudian dilakukan analisis terhadap faktor keserasian alat maka penyebabnya adalah kurang sesuainya jumlah dan kombinasi alat yang ada pada *fleet* PC 2000 dan *fleet* CAT 390. Dari nilai *match factor* kedua rangkaian dapat dilakukan penambahan alat angkut sehingga faktor keserasian meningkat dan mengurangi waktu tunggu bagi alat muat.

Tabel 4.6 Match Factor Dan Produktivitas Sebelum Optimalisasi

Rangkaian Kerja Alat Mekanis	Jumlah Loader (Nm)	Jumlah Hauler (Na)	Match Factor (MF)	Waktu Tunggu rata-rata Excavator (Menit)	Produktivitas Alat Angkut
PC 2000	1	6	0.45	1.23	1.126 Ton/Jam
HD 773/465					
CAT 390 D	1	6	0.49	2.35	616 Ton/Jam
HD 773/465					

Tabel 4.7 *Match Factor* Dan Produktivitas Setelah Optimalisasi

Rangkaian Kerja Alat Mekanis	Jumlah Loader (Nm)	Jumlah Hauler (Na)	<i>Match Factor</i> (MF)	Waktu Tunggu rata-rata Excavator (Menit)	Produktivitas Alat Angkut
PC 2000	1	7	0.53	1	1.314 Ton/Jam
HD 773/465					
CAT 390 D	1	8	0.65	1.39	824 Ton/Jam
HD 773/465					

## 4.2 Pembahasan

Pada kesempatan ini, peneliti ingin membahas hasil dari penelitian tentang produktivitas alat gali muat dan angkut serta optimalisasi yang telah dilakukan di PT. Jhonlin Baratama.

### 4.2.1 Produktivitas Alat Gali Muat Dan Angkut

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pengamatan pada kegiatan pengupasan *overburden* di pit Gajah Mada, Hasil produktivitas per jam dari *fleet* PC 2000 dan *fleet* CAT 390 memiliki nilai produktivitas yang kurang optimal, dimana PT. Jhonlin Baratama memiliki target produksi per jam untuk PC 2000 sebesar 1757 Ton/Jam dan CAT 390 sebesar 984 Ton/Jam.

#### 1. Produktivitas Alat Gali Muat

Pada kegiatan pengupasan *overburden*, pencapaian excavator PC 2000 adalah sebesar 1342 Ton/jam sedangkan pencapaian excavator CAT 390 sebesar 721 Ton/jam.

#### 2. Produktivitas Alat Angkut

Untuk memenuhi target pemindahan *overburden* dari *front loading* menuju *disposal*, PT. Jhonlin Baratama menggunakan HD sebanyak 3-unit HD 773E

dan 3-unit HD 465 pada masing-masing *fleet*. Pada *fleet* PC 2000, pencapaian produksi HD adalah sebesar 1126 Ton/jam sedangkan rencana dari perusahaan adalah 1214 Ton/jam. Pada *fleet* CAT 390, pencapaian produksi HD adalah sebesar 616 Ton/jam dengan target 916 Ton/jam.

Dari hasil yang sudah di dapat maka perlu dilakukan analisis terhadap kondisi lapangan terlebih dahulu sebelum optimalisasi alat sebagai berikut:

### 1. Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Pada *Fleet* PC 2000

#### a. *Excavator*

Faktor yang mempengaruhi produktivitas excavator adalah material. Material merupakan hasil dari kegiatan *blasting* namun hasil *passing* yang dilakukan oleh *loader* merupakan material yang masih besar. maka besaran volume yang masuk ke dalam *vessel* tidak maksimal.

#### b. *Dump Truck*

Produktivitas *dump truck* dipengaruhi oleh faktor yang menyebabkan terhambat nya kinerja alat, faktor tersebut seperti:

##### 1. Kondisi Jalan Angkut

Jalan angkut tidak memiliki penghambat yang mempengaruhi operasi alat angkut karena lebar jalan 2 jalur sudah disesuaikan dengan lebar alat terbesar. Jarak antara *front loading* dengan *disposal area* cukup dekat sehingga dapat meminimalisir *cycle time* ketika *hauling*.

### 2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Pada *Fleet* CAT 390

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan unit bekerja adalah

sebagai berikut:

**a. Excavator**

Ketika di lapangan ada beberapa hal yang dapat mengurangi waktu kerja *loader* sehingga kurang efisien nya kerja alat, maka *cycle time* perlu diminimalisir agar dapat meningkatkan produktivitas.

- **Material**

Jenis material merupakan material *non-blasting* atau *free digging* sehingga memerlukan banyak waktu yang dihabiskan pada saat *digging*, ini mempengaruhi jumlah dan isi dari *bucket*.

- **Pengambilan material dan dudukan excavator**

Pengambilan material tidak secara berurutan karena material di sekitar *loading point* tidak dimaksimalkan oleh alat *support* dan dudukan excavator belum di rapikan sehingga menghambat waktu *loading*.

- **Delay**

Terdapat waktu *delay* pada alat angkut yang mempengaruhi kecilnya efisiensi kerja dan memakan banyak waktu yang diperlukan, beberapa kendala nya yaitu lamanya menunggu *hauler* yang sedang antri atau bermanuver mengakibatkan terjadinya waktu tunggu dalam keadaan *bucket* sudah terisi, terjadi apabila material *free digging* sudah siap dan hanya menunggu untuk *dumping*

**b. Dump Truck**

*Delay* di akibatkan karena kondisi *front loading* tidak rata dan basah karena hujan sebelumnya, menyebabkan berhenti sesaat untuk menyesuaikan posisi di hadapan *loader*. ketika HD datang bersamaan maka ada waktu tunggu bagi HD lain untuk menunggu HD yang sedang dimuat. pekerjaan dilakukan pada saat sebelum melakukan *scrub* dan perapian *front loading*.

- *Slippery*

Kendala yang dialami alat angkut adalah ketika berada pada *front loading* ketika melakukan *maneuver*, faktor penghambatnya adalah kondisi *front loading* yang belum kering dan terjadinya amblas. Pada *front loading*, *hauler* mengalami *slippery* sebab pada *front loading* dalam keadaan basah dan berlumpur yang di akibatkan hujan sebelumnya.

- Kondisi Jalan Angkut

Jarak jalan angkut cukup dekat dan lebar jalan sudah sesuai dengan perhitungan lebar alat angkut terbesar yang di operasikan. *Grade* jalan tertinggi dari *front loading* menuju *disposal area* hanya pada saat HD tidak bermuatan atau kembali menuju *loading point* untuk di muat. Kondisi jalan dari *loading point* ke *disposal area* sudah sesuai dengan rencana tetapi jalan belum di maksimalkan oleh alat *support*.

#### 4.2.2 Optimalisasi Alat Gali Muat Dan Angkut

Berdasarkan hasil penelitian dibuatlah suatu upaya untuk meningkatkan kinerja alat pada pekerjaan selanjutnya agar lebih optimal sebagai berikut:

### **1. Ketersediaan (Availability) dan Penggunaan Alat**

Dari hasil perhitungan produktivitas pada Unit PC2000 sering mengalami *standby* atau waktu tunggu. waktu yang hilang disebabkan oleh menunggu *hauler*, membersihkan dudukan dan menunggu dozer membersihkan *loading point*. Serta kurang efisiennya kinerja unit PC2000 karena mengalami masalah *low power*.

Sedangkan pada unit Cat 390 mengalami masalah pada waktu tunggu yaitu menunggu *hauler* sebelum *passing*, pembersihan dudukan *loader* dan menunggu dozer memaksimalkan *loading point*, kinerja dari unit Cat 390 tersebut dipengaruhi oleh hambatan yang tidak bisa dihindari yaitu gangguan cuaca karena hujan sebelumnya dan *slippery*. Jadi, kedua alat gali muat mengalami masalah waktu tunggu (*standby*) karena perputaran alat angkut yang cukup lama, mengalami gangguan yang tidak bisa dihindari akibat cuaca dan lambatnya penanganan perbaikan (*repair*) untuk PC 2000. Ketersediaan alat pada bulan juni 2021 dapat dilihat pada (**Lampiran H**). Untuk mengurangi waktu hambatan tersebut maka upaya yang dilakukan adalah menambah unit alat angkut.

### **2. Upaya Perbaikan Jumlah Alat Angkut**

Pada masing-masing *fleet*, nilai *match factor* masih rendah serta waktu tunggu bagi alat gali muat meningkat dan kurang ideal. Untuk meningkatkan dan mendekati target produktivitas perlu upaya penambahan alat angkut yang

awalnya 6 unit pada masing-masing *fleet* menjadi 7 unit pada PC 2000 dan 8 unit pada CAT 390. Berikut merupakan nilai *match factor* dan produktivitas sebelum dan setelah dilakukan penambahan alat angkut (Tabel 4.6):

Setelah melakukan penambahan alat angkut, nilai *match factor* setelah menambah 1 alat angkut pada PC 2000 sebelumnya adalah 0,45 meningkat menjadi 0,53 dan menambah 2 alat angkut pada CAT 390 sebelumnya adalah 0,49 meningkat menjadi 0,65. Dengan dilakukannya penambahan alat angkut produktivitas juga dapat meningkat pada PC 2000 sebesar 1.126 Ton/Jam menjadi 1.314 Ton/Jam, dan CAT 390 sebesar 616 Ton/Jam menjadi 824 Ton/Jam. Perhitungan dapat dilihat pada **(Lampiran I)**.

### 3. **Optimalisasi Pada Fleet PC 2000**

Setelah diketahui nilai produktivitas maka dilakukan analisis pada unit yang bekerja, kemudian dapat melakukan optimalisasi alat sehingga produktivitas meningkat sebagai berikut:

#### a. **Minimalisir *Cycle Time***

Kombinasi alat sudah terpenuhi, namun hal yang membuat *cycle time* alat gali muat meningkat dikarenakan alat gali muat tidak langsung memuat material langsung ke *vessel* namun membersihkan dan menghancurkan material yang besar terlebih dahulu. Sebaiknya alat gali muat memaksimalkan material agar lebih mudah untuk dimuat ketika alat angkut tidak sedang antri atau sedang hauling.

#### b. **Perbaiki *Front Loading***

*Delay* karena kondisi *front loading* tidak rata dan basah karena hujan

sebelumnya, menyebabkan berhenti sesaat untuk menyesuaikan posisi di hadapan *loader*. ketika hd datang bersamaan maka ada waktu tunggu bagi hd lain untuk menunggu hd yang sedang dimuat. pekerjaan dilakukan pada saat sebelum melakukan *scrub* dan perapian *front loading*. Sebaiknya pekerjaan dilakukan sesudah *front loading* di *scrub* dan diratakan oleh dozer.

**c. Perbaikan Jalan (*Road Maintenance*)**

Pada jalan angkut, keadaan jalan kurang maksimal karena alat *grader* tidak *continue* pada saat jalan basah dan bergelombang pada saat akhir pertengahan bulan sampai akhir bulan dan ketika saat pengambilan data. Disarankan agar pada pekerjaan selanjutnya unit *grader* selalu *ready* dan sudah memaksimalkan jalan secara terus menerus.

**4. Optimalisasi Pada *Fleet CAT 390***

Setelah diketahui nilai produktivitas maka dilakukan analisis pada unit yang bekerja, kemudian dapat melakukan optimalisasi alat sehingga produktivitas meningkat sebagai berikut:

**a. Optimalisasi Isian *Bucket***

Karena pasangan yang kurang sesuai maka isian *bucket* kurang maksimal serta jumlah muatan adalah 2-5 *bucket*, banyaknya jumlah *bucket* mempengaruhi tingginya *cycle time* ketika *loading* dan menyebabkan *hauler* mengantri maka peningkatan mengenai tinggi *bench* perlu diperhatikan dari ukuran dimensi unit alat gali muat dan

angkut serta cara agar memudahkan unit *hauler* bekerja dengan optimal terhadap proses *digging* dan *loading*.

- *Tinggi Bench*

Tinggi dudukan excavator CAT 390 adalah 2 meter berpasangan dengan HD 773/465 *class* yang memiliki tinggi 3,6 – 4 meter. Tinggi *bench* excavator sudah sesuai, karena tinggi HD dan kabin excavator sejajar untuk memudahkan excavator melakukan kegiatan *passing* dan tidak membuat *boom* excavator mengangkut terlalu tinggi sehingga mempengaruhi gerak unit.

- *Isian Bucket*

Material *non blasting* membuat proses penggalian memakan waktu cukup lama dan material yang di gali tidak dapat hancur dan masih dalam bentuk bongkahan yang membuat kapasitas isian *bucket* tidak maksimal. Maka solusinya adalah melakukan *blasting* jika diperlukan.

**b. Minimalisir Cycle Time**

*Range cycle time ideal* pada excavator CAT 390 adalah 23 – 25 detik tetapi nilai aktual *cycle time* adalah 27.11 detik dan tidak ideal. *Cycle time* dapat di atasi dengan memperhatikan cara penggalian dan pemuatan yang benar, berikut merupakan cara agar meminimalisir *cycle time*.

- *Sudut Swing*

Sudut *swing* tidak melebihi  $90^{\circ}$  dari belakang *vessel*. Jarak *swing*  $\pm 30^{\circ}$  -  $45^{\circ}$  dari *vessel* ketika melakukan *swing* dan sudah ideal, namun *digging rate* tinggi akibat *boom* naik terlalu tinggi agar tidak mengenai samping *vessel*, maka diwajibkan untuk melakukan pemuatan dari belakang *vessel*.

- **Penggalian Tegak Lurus**

Material yang berada di *loading point* berantakan karena tidak dimaksimalkan oleh dozer, maka material harus di dorong oleh dozer menuju hadapan excavator agar penggalian lebih mudah. Setelah material di maksimalkan maka excavator harus melakukan penggalian secara urut agar material yang di gali tidak berantakan dan mengurangi penggunaan alat *support*.

c. **Optimalisasi Geometri *Front***

Geometri *front* perlu diperhatikan agar produktivitas alat angkut aman dan maksimal pekerjaannya maka tindakan yang harus dilaksanakan adalah memperhatikan lebar, kedudukan excavator dan permukaan *front* kerja. Lebar *front* adalah  $\pm 30$  m dan sudah sesuai dengan standar dan kedudukan excavator sudah dirapikan, namun permukaan *front* kerja basah dan licin membuat permukaan bergelombang ketika di lewati HD, ini disebabkan karena dozer belum datang saat pekerjaan di mulai. Maka perlu di lakukan perbaikan *front loading* oleh dozer secara berkala tetapi tidak mengganggu aktivitas *loading*.

d. **Optimalisasi Muatan *Vessel***

Setelah HD melakukan *spotting time*, HD melakukan parkir tegak lurus membelakangi *bench*. Karena pada saat pemuatan, *vessel* selalu mengalami benturan dari *bucket*. Posisi HD dapat menentukan keselamatan operator serta mengurangi resiko benturan dari samping *vessel*. Maka posisi HD harus membentuk sudut  $45^{\circ}$  di hadapan *bench*, agar saat pemuatan sudut *swing* menjadi kecil dan tidak perlu mengangkat *boom* terlalu tinggi. Posisi ini dapat mengurangi waktu excavator melakukan *swing* dan pemuatan menjadi maksimal.

**e. Perbaikan Jalan (*Road Maintenance*)**

Pada jalur angkutan *fleet* CAT 390, keadaan jalan bergelombang akibat basah setelah hujan dari *loading point* menuju disposal, kondisi seperti ini dapat mempengaruhi *traveling stability*, maka harus dilakukan tindakan perbaikan oleh *grader* untuk meratakan permukaan yang akan di lewati HD. Perawatan pada jalan angkut perlu dilakukan secara *continue* agar pada proses pengangkutan material dapat berjalan dengan aman dan efisien.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang di dapat berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian di PT. *Jhonlin* Baratama adalah sebagai berikut:

1. Nilai produktivitas aktual per jam *loader* pada PC2000 EXK 017 bernilai 1342 Ton/Jam dengan target 1757 Ton/Jam. CAT 390 EXC 021 bernilai 721 Ton/Jam dengan target 984 Ton/Jam. Nilai produktivitas aktual per jam *hauler* pada *fleet* PC2000 EXK 017 bernilai 1126 Ton/Jam dengan target 1214 Ton/Jam, pada *fleet* CAT 390 EXC 021 bernilai 616 Ton/Jam dengan target 916 Ton/Jam.
2. Waktu *standby* terbesar adalah akibat lambatnya perputaran *dump truck*, maka disarankan untuk menambah unit *dump truck* untuk mengurangi faktor *standby* excavator. Agar produktivitas meningkat pada rangkaian kerja PC 2000 dan CAT 390, diperlukan penambahan alat angkut dengan menambahkan 1 dari 6 alat angkut pada PC 2000 sehingga meningkat dari 1126 Ton/jam menjadi 1314 Ton/jam, dan menambahkan 2 dari 6 alat angkut pada CAT 390 sehingga meningkat dari 616 Ton/jam menjadi 824 Ton/jam.

#### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memaksimalkan material pada rantai *front loading* tetap mendekati excavator untuk melakukan penggalian tetap secara urut dan meminimalisir

penggunaan alat *support*, serta penanganan untuk unit PC 2000 agar segera dilakukan *repair*.

2. Perlunya memaksimalkan jalan angkutan menggunakan *grader* secara *continue* agar jalan tidak bergelombang dan tetap bersih serta perawatan secara berkala untuk alat angkut agar produksi maksimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anisari, Rezky. 2016. *Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan*. Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banjarmasin. Banjarmasin
- Basuki dan Nurhakim. 2004. *Modul Ajar dan Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis*. Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru. Hal 100.
- Caterpillar Performance Handbook, Edition 38
- Hadi, Sofwan. 2008. *Spesifikasi Produksi Alat Berat*. Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin.
- Indonesianto, Yanto. 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Penerbit Seri Tambang Umum, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Kartasapoetra. 2004. *Iklim dan Curah Hujan*.
- Komatsu Handbook Edition 27. 2006.
- Komatsu Ltd. 2009. *Specification and Application Handbook*. 30th Edition. Komatsu Ltd.
- Nursin, Afrizal. 1995. *Alat Berat*, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.
- Nurhakim, 2004. *Buku Panduan Kuliah Lapangan 2*. Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Rochmanhadi, 1982. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Cetakan IV. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta. Hal 23.
- Siregar, Amrina Aulia. 2018. *Studi Analisis Dan Simulasi Peningkatan Produktivitas Excavator Hitachi Ex 1900-6 Dalam Pengupasan Overburden Pada Tambang Batubara PT. Mandala Karya Prima Jobsite PT. Mandiri Intiperkasa Provinsi Kalimantan Utara*. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Padang.
- Waterman, S, 2017, *Perencanaan Tambang*, Program Studi Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta.