

**EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT  
DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN  
OVERBURDEN DI PT.CITRA SILIKA MALLAWA  
KECAMATAN LASUSUA KABUPATEN KOLAKA  
UTARA PROVINSI SULAWESI TENGGARA**



**SKRIPSI**

**RIFKY HIDAYAT**

**4519046038**

**PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR**

**2023**

**EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT  
DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN  
OVERBURDEN DI PT.CITRA SILIKA MALLAWA  
KECAMATAN LASUSUA KABUPATEN KOLAKA  
UTARA PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Program Sarjana Strata (S1)  
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Disusun dan Diajukan Oleh

**RIFKY HIDAYAT**

**4519046038**

**PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR  
2023**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Evaluasi produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan pengupasan *Overbuden* Di Pt.Citra Silika Mallawa Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara

Nama Penulis : Rifky Hidayat

Nim : 4519046038

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi.

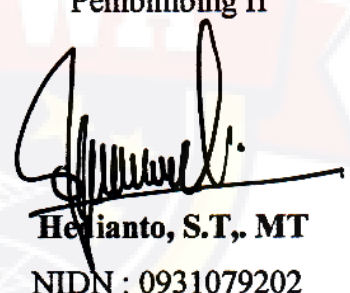
Makassar, 17 juli 2023

Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Enni Tri Mahyuni, S.T., MT  
NIDN : 0912127306

  
Herianto, S.T., MT  
NIDN : 0931079202

Menyetujui,

Ketua Prodi/Jurusan

Fakultas Teknik Universitas Bosowa



  
Enni Tri Mahyuni, S.T., MT  
NIDN : 0912127306

## PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Judul : **Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Di PT. Citra Silika Mallawa Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara**

Nama : **Rifky Hidayat**

Stambuk : **4519046038**

Disetujui Tanggal : **17 Juli 2023**

### TIM PENGUJI

Ketua	: Enni Tri Mahyuni, S.T., M.T	(.....)
Sekretaris	: Hedianto, S.T., M.T	(.....)
Penguji 1	: Amran, S.T., M. Ling	(.....)
Penguji 2	: Tri Utomo Taliding, S.T., M.T	(.....)

**Mengetahui**

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa



**Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T**  
NIDN : 0908077301

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rifky Hidayat

NIM : 4519046038

Jurusan : Teknik Pertambangan

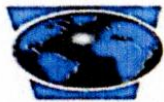
Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 12 Juli 2023

Yang Menyatakan



Rifky Hidayat  
4519046038



**PT. CITRA SILIKA MALLAWA**  
Mining Company

Head Office : Jl. Pengayoman Jasper III No. 7-9 Makassar, (0411) 445132 – 436373 - 444095

Fax. (0411) 4662457

Branch Office : Jl. Edy Sabara (By-Pass) No. 120, Kendari – 9346

Site Office : Desa Sulaho Kec. Lasusua, Kab. Kolaka Utara – 93914

# Sertifikat

No. 013/ST/CSM-HR/IX/18/9-2022

Diberikan Kepada :

**Rifky Hidayat**

4519046038

Telah menyelesaikan Tugas Akhir di Lokasi Pertambangan PT. Citra Silika Mallawa  
Site Patoa, Dusun Nipa-nipa, Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara  
dari Tanggal 23 Agustus s.d 24 September 2022.

Site Patoa, 24 September 2022

PT. Citra Silika Mallawa  
A.n Direktur

  
**A. ARY GHOZALI**  
KTT

## ABSTRAK

**RIFKY HIDAYAT**, Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Di PT.Citra Silika Mallawa Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara (Enni Tri Mahyuni, ST.,MT., dan Hedianto, ST., MT).

PT. Citra Silika Mallawa merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan yaitu pertambangan nikel di kawasan Indonesia Timur. Perusahaan ini berkantor pusat di Sulawesi selatan. PT. Citra Silika Mallawa berlokasi di Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara dengan luas wilayah izin usaha pertambangan sebesar 475 Ha. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa produktivitas, keserasian, efesiensi alat gali muat (*Excavator Komatsu PC210*) dan alat angkut (*Dumptruck Isuzu*) dalam kegiatan pengupasan *Overbuden*.

Teknik pengolahan dan analisis data yang dilakukan yaitu mengetahui nilai rata-rata *Cycle Time* dari *Excavator Komatsu PC210* sebesar 19,65 detik dan *Dumptruck Isuzu* sebesar 667,48 detik, serta nilai efesiensi dari *Excavator Komatsu PC210* sebesar 73% dengan produktivitas 125,65 bcm/jam dan *Dumptruck Isuzu* sebesar 79% dengan produktivitas 31,30 bcm/jam dan keserasian alat diperoleh 0,92.

Dari analisis yang dilakukan diketahui bahwa nilai efesiensi kerja mempengaruhi hasil produktivitas yang kurang maksimal sehingga dilalukan peningkatan efesiensi kerja dengan peningkatan kedisiplinan dan meminimalisir waktu hambatan yang masih dapat dihindari.

Kata kunci : produktivitas, cycle time, efesiensi kerja alat, keserasian alat

## **ABSTRACT**

**RIFKY HIDAYAT**, *Evaluation Of The Productivity of Digging Equipment and Transport Equipment in The Overburden Stripping Activities at Pt. Citra Silika Mallawa, Lasusua District, North Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province (Enni Tri Mahyuni, ST., MT., and Hedianto, ST., MT).*

*PT. Citra Silika Mallawa is a company operating in the mining sector, namely nickel mining in the Eastern Indonesia region. This company is headquartered in South Sulawesi. PT. Citra Silika Mallawa is located in Lasusua District, North Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province with a mining business permit area of 475 Ha. The aim of this research is to find out the productivity, compatibility and efficiency of loading excavation equipment (Komatsu PC210 Excavator) and transportation equipment (Isuzu Dumptruck) in Overbuden stripping activities.*

*The data processing and analysis technique used is to find out the average Cycle Time value of the Komatsu PC210 Excavator is 19.65 seconds and the Isuzu Dumptruck is 667.48 seconds, as well as the efficiency value of the Komatsu PC210 Excavator is 73% with a productivity of 125.65 bcm/ hours and the Isuzu Dumptruck was 79% with productivity of 31.30 bcm/hour and equipment compatibility obtained at 0.92.*

*From the analysis carried out, it is known that the value of work efficiency influences productivity results which are less than optimal so that work efficiency can be increased by increasing discipline and minimizing obstacles that can still be avoided.*

*Keywords: productivity, cycle time, tool work efficiency, tool compatibility*



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah berkenan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir (TA) pada PT. Citra Silika Mallawa yang terletak di Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kegiatan ini dilaksanakan mulai tanggal 23 Agustus 2022 sampai dengan 24 September 2022 dengan judul **“Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden”**

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan ikut andil dalam

1. Bapak **Dr. H. Nasrullah, ST., MT IAI.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
2. Ibu **Enni Tri Mahyuni, ST., MT.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar sekaligus pembimbing I.
3. Bapak **Hedianto, ST., MT**, selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa , sekaligus pembimbing II.
4. **Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan** Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar.
5. **Bapak A. Ary Ghozali**, selaku Head Of Mining Engineering Di Pt. Citra Silika Mallawa.

6. Kepada Orang Tua, Dan Saudara-Saudara Saya Atas Dukungan Dan Doa Dalam Penyusunan Skripsi Ini.
7. Seluruh teman-teman **Angkatan 2019 Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar** atas doa dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang berguna untuk penyempurnaan penulisan laporan ini.

Makassar, 09 Desember 2022

Rifky Hidayat  
4519046038

## DAFTAR ISI

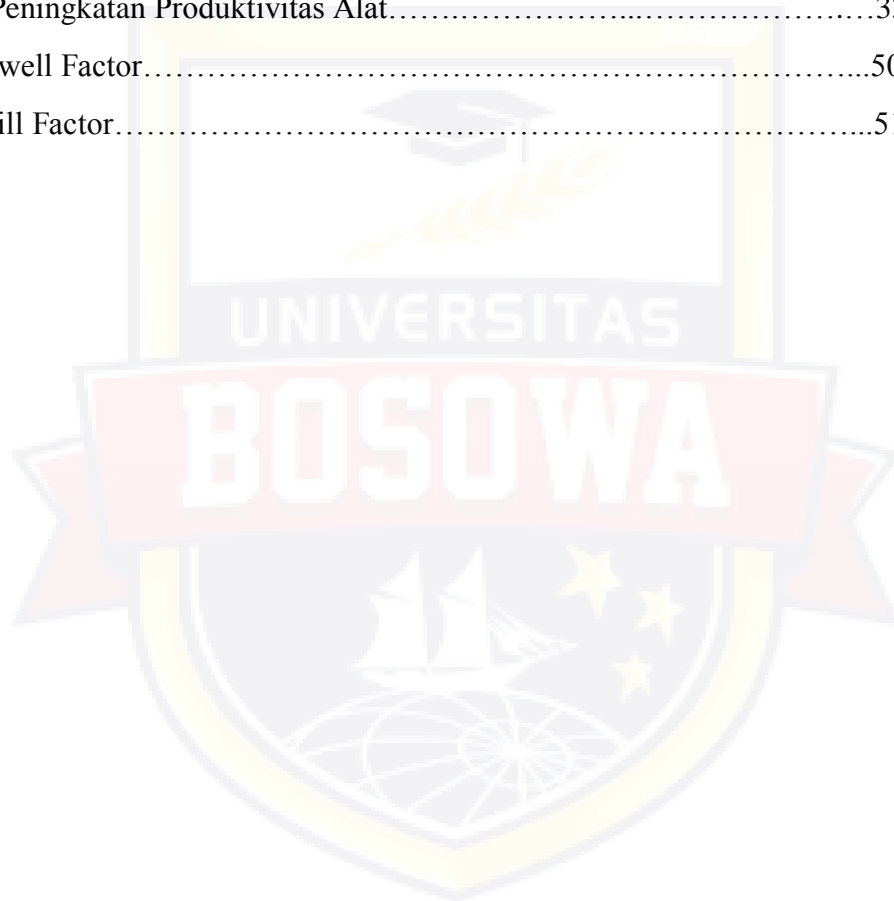
<b>SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Masalah Penelitian .....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	3
F. Peneliti Terdahulu .....	4
<b>BAB II TINJAUAN UMUM.....</b>	<b>5</b>
A. Geologi Regional .....	6
1. Geomorfologi .....	6
2. Stratigrafi Regional.....	6
3. Struktur Geologi .....	8

B. Geologi Lokal.....	9
1. Kondisi Geologi Daerah Lasusua .....	9
2. Topografi .....	9
3. Litologi.....	10
4 . Keadaan Vegetasi.....	11
5. Iklim dan Curah Hujan.....	11
6. Genesa Endapan Bijih Nikel Daerah Penelitian.....	12
C. Landasan Teori.....	12
1. Nikel.....	12
2. Lapisan Tanah penutup .....	14
3. Alat Mekanis .....	14
4. Pemuatan (Loading) .....	16
5. Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas.....	17
6. Waktu Edar (Cycle Time) .....	18
7. Faktor Pengisian (Fill Factor) .....	20
8. Efisiensi Kerja.....	21
9. Swell Factor (Faktor Pengembang).....	21
10. Match Factor (Faktor Keserasian).....	22
11. Kemampuan Produksi Alat Mekanis.....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
A. Rancangan Penelitian .....	25
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	25
C. Alat Dan Bahan .....	26
D. Teknik Pengumpulan Data.....	26
E. Teknik pengolahan data .....	27

F. Teknik Analisis Data.....	27
G. Bagan alir .....	28
<b>BAB IV HASIL &amp; PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
A. Hasil .....	29
1. Jenis Alat Mekanis .....	29
2. Cycle Time Alat Mekanis .....	29
3. Produktivitas Alat Mekanis.....	30
4. Keserasian Kerja Alat ( <i>Match Factor</i> ).....	30
5. Efisiensi Kerja.....	31
B. Pembahasan.....	32
1. Cycle Alat Muat .....	32
2. Cycle Time Alat Angkut .....	32
3. Efisiensi Alat Muat.....	32
4. Produktivitas.....	33
5. Keserasian Alat.....	34
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>35</b>
A. Kesimpulan .....	35
B. Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>39</b>

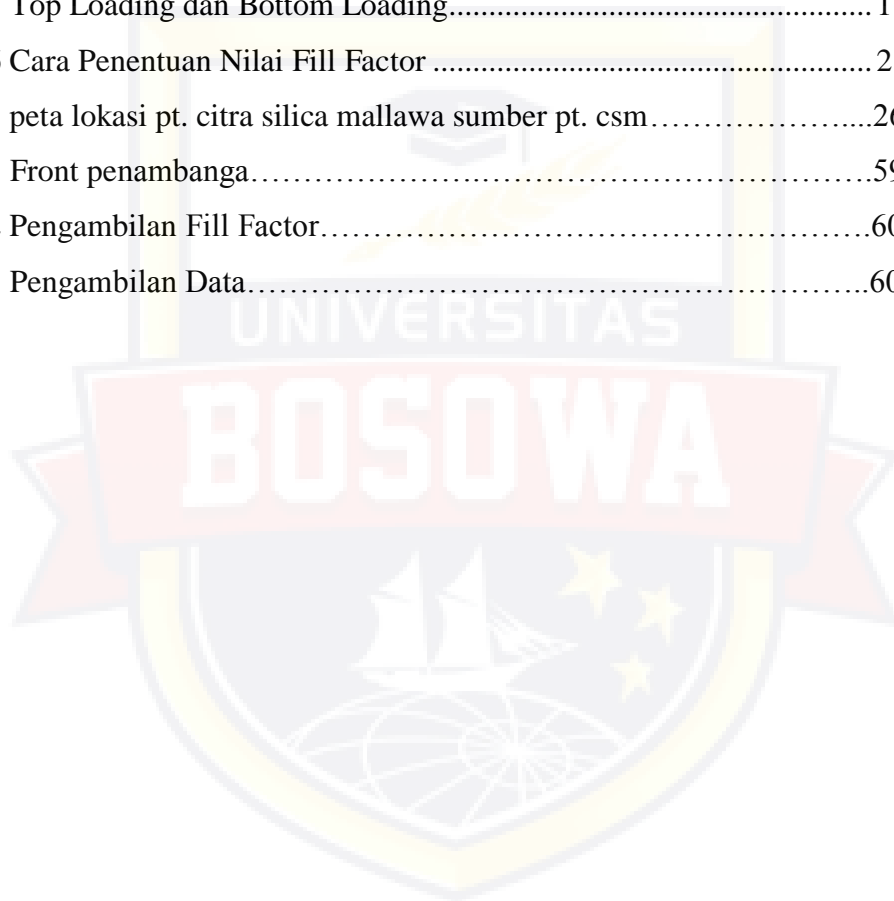
## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 jenis alat mekanis .....	29
Tabel 4. 2 Waktu rata-rata cycle time alat mekanis.....	30
Tabel 4. 3 Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut.....	30
Tabel 4. 4 Efisiensi kerja alat mekanis.....	31
Tabel 4. 5 Peningkatan Efisiensi Kerja.....	32
Tabel 4. 6 Peningkatan Produktivitas Alat.....	33
Tabel 5.1 Swell Factor.....	50
Tabel 5.2 Fill Factor.....	51



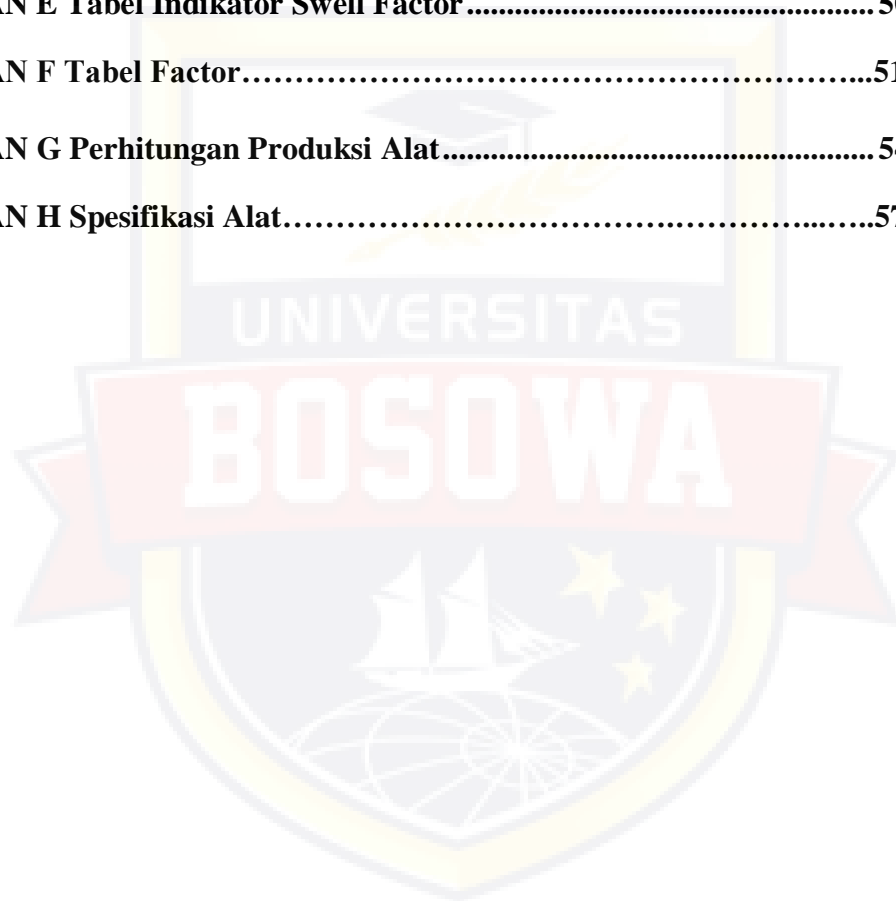
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Stratigrafi Regional Lengan Tenggara Sulawesi .....	8
Gambar 2. 2 Penyebaran Anggota Batupasir dan Anggota Konglomerat, formasi langkowala Daerah Kendari dan Sekitarnya, Sumber; Risal Gunawan 2016 .....	9
Gambar 2.3 Excavator Komatsu Pc 210.....	14
Gambar 2.4 Dump Truck Isuzu .....	15
Gambar 2.5 Top Loading dan Bottom Loading.....	17
Gambar 2.6 Cara Penentuan Nilai Fill Factor .....	21
Gambar 3.1 peta lokasi pt. citra silica mallawa sumber pt. csm.....	26
Gambar 5.1 Front penambanga.....	59
Gambar 5.2 Pengambilan Fill Factor.....	60
Gambar 5.3 Pengambilan Data.....	60



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A jam kerja.....	39
LAMPIRAN B Gambar Alat Muat Dan Alat Angkut .....	40
LAMPIRAN C Tabel Data Cycle Time .....	42
LAMPIRAN D Efisiensi Kerja Alat Muat.....	47
LAMPIRAN E Tabel Indikator Swell Factor .....	50
LAMPIRAN F Tabel Factor.....	51
LAMPIRAN G Perhitungan Produksi Alat.....	54
LAMPIRAN H Spesifikasi Alat.....	57





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia sangat kaya akan sumber daya alamnya yang sangat melimpah sehingga pertambangan merupakan salah satu usaha industri yang dapat diandalkan untuk mendatangkan devisa negara bagi Indonesia. Selain itu, industri pertambangan juga menciptakan lapangan kerja yang luas.

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) merupakan salah satu kegiatan yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan penambangan semakin tinggi hasil produktivitas dan jam kerja pada kegiatan pengupasan *overburden*, maka hasil yang diperoleh lebih maksimal sesuai dengan rencana perusahaan (Zarly Yosi Fermilia, 2018)

PT. Citra Silika Mallawa adalah salah satu perusahaan yang memproduksi Nikel, yang berlokasi pada desa Sulaho, Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara dan memiliki luas Izin Usaha Pertambangan sekitar 475 Ha.

Dalam kegiatan penambangan PT. Citra Silika Mallawa menggunakan beberapa alat-alat mekanis untuk menunjang kegiatan produksi dalam setiap harinya. Dalam kegiatan pembongkaran atau penggalian digunakan alat Excavator guna untuk mengambil bahan material, dan untuk proses pengangkutannya menggunakan alat angkut dump truck. Material yang sudah dimuat pada dump truck tersebut kemudian diangkut dari lokasi penambangan menuju Stock Pile dan Pengapalan

Dalam Kegiatan penambangan perusahaan memiliki target produksi yang ingin dicapai. Tercapainya target produksi harus didukung oleh beberapa faktor penting seperti memperhitungkan keserasian alat, waktu edar alat serta waktukerja efektif. Hal ini sangat berpengaruh pada seberapa besar dapat mengetahui waktu kerja efektif dan produktivitasnya. Namun demikian kenyataan yang terjadi ketika dilapangan bisa lain. Banyak kendala yang mungkin timbul yang dapat menyebabkan tidak serasinya alat muat dan alat angkut tersebut, sehingga waktu kerja tidak efektif dan tidak produktif. Ini sebabkan oleh berbagai faktor yang tidak diperhitungkan yang menjadi hambatan dilapangan. Oleh karena itu, keserasian alat muat dan alat angkut ini dibahas cara kerja dan kemampuan kerja masing masing alat tersebut serta hambatan-hambatan yang ditimbulkan dilapangan.

Demikian juga dalam penggunaan alat mekanis perlu dilakukan perhitungan secara cermat akan kebutuhan alat mekanis yang akan digunakan dalam proses penambangan tersebut, sehingga kemampuan alat dapat digunakan secara optimal serta mempunyai tingkat efisiensi yang tinggi. Namun masih rendahnya kemampuan produksi alat mekanis saat ini yang disebabkan karena berkurangnya keefektifan waktu kerja dari alat mekanis. Kerusakan alat mekanis menyita waktu produktivitas sehingga efisiensi kerja alat muat maupun alat angkut menjadi menurun. maka perlu adanya pengkajian tentang keserasian dan kebutuhan dari alat gali muat dan alat angkut karena ada kaitannya dengan target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan. Hal ini di karenakan berdasarkan kenyataan yang ada masih sering terjadi ketidakserasian kerja alat muat dan alat angkut (Iwan Setiawan, 2021).

Maka dari itu penulis mengambil judul tentang evaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan overburden di PT. Citra Silika Mallawa Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara

## **B. Masalah Penelitian**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Berapa produktivitas alat gali muat dan alat angkut PT. Citra Silika Mallawa?
2. Berapa nilai efisiensi kerja dan Keserasian alat gali muat dan alat angkut PT. Citra Silika Mallawa?

## **C. Batasan Masalah**

Penulis membatasi masalah agar penulisan laporan tidak keluar dari pokok permasalahan, sehingga batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Difokuskan pada hasil produktivitas gali muat dan alat angkut PT. Citra Silika Mallawa.
2. Hanya membahas nilai efisiensi kerja dan keserasian alat gali muat dan angkut

## **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui berapa produktivitas alat gali muat dan alat angkut Pit PT. Citra Silika Mallawa.
2. Untuk mengetahui Berapa nilai efisiensi kerja dan Keserasian alat gali muat dan alat angkut.

## **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yang dilakukan di PT. Citra Silika Mallawa ini adalah :

### 1. Manfaat Bagi Penulis

Untuk menambah pengetahuan dan wawasan khususnya tentang kemampuan produktivitas penambangan pada PT. Citra Silika Mallawa.

### 2. Manfaat Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini dapat dijadikan salah satu bahan masukan kepada perusahaan apabila hasil produktivitas tidak sesuai dengan yang ditargetkan. Sehingga dapat dilakukan peningkatan efisiensi kerja, meminimalisir waktu hambatan yang masih bisa dihindari dan kedisiplinan karyawan diperhatikan agar kemampuan produktivitas alat gali muat dan alat angkut lebih maksimal.

## **F. Peneliti Terdahulu**

1. Ardian Ajie (2021) meneliti tentang kajian teknis produksi alat muat dan alat angkut untuk memenuhi produksi bijih nikel di PT. Makmur Lestari Primatama.
2. Andre rio wijaya (2019) meneliti tentang Analisis Evaluasi Kinerja Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Overburden Di Pit Serele 2 Pt. Bumi Merapi Energi, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan
3. Dita Aprilia Istiqamah (2020) meneliti tentang kajian teknis optimasi produksi alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan overburden berdasarkan efisiensi biaya operasional di pit barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto.
4. Hendri saputra (2020) meneliti tentang Analisis Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pt. Tanito Harum, Tenggarong, Kalimantan Timur

5. Hamdi Sherman (2021) meneliti tentang analisis produksi pengupasan tanah penutup (*overburden*) untuk pencapaian target produksi pada PT. Ansar Terang Crushoindo
6. Iwan setiawan (2021) meneliti tentang Kajian Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Batuandesit Di PT. Ranga Eka Pratama Kabupaten Dompu.
7. Nurnilam Oemiati (2020) meneliti tentang Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*).
8. Romega Manullang (2020) Meneliti Tentang Efisiensi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* PT. Hilcon Jaya Sakti Provinsi Kalimantan Selatan
9. Riki Rizki Ilahi (2014) meneliti tentang kajian teknis produktivitas alat gali-muat (*excavator*) dan alat angkut (*dump truck*) pada pengupasan tanah penutup bulan september 2013 di pit 3 banko barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Upte.
10. Sadam Husean (2019) meneliti tentang Optimalisasi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengangkutan *Overburden* Di Pit Barat PT. Artamulia Tata PratamaSite Tanjung Belit, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

## **A. Geologi Regional**

### **1. Geomorfologi**

Peta topografi menunjukkan bahwa Sulawesi Tenggara umumnya memiliki permukaan tanah yang bergunung, bergelombang berbukit-bukit. Diantara gunung dan bukitbukit, terbentang dataran-dataran yang merupakan daerah potensial untuk pengembangan sektor pertanian. Permukaan tanah pegunungan seluas 1.868.860 ha telah digunakan untuk usaha. Tanah ini sebagian besar berada pada ketinggian 100-500 meter di atas permukaan laut dan pada kemiringan tanah yang mencapai 40 derajat (simandjuntak,1983)

### **2. Stratigrafi**

Berdasarkan peta geologi Sulawesi (Hamilton, 1979), Lengan Tenggara Sulawesi secara umum disusun oleh batuan Lajur Metamorfik dan Batuan Kerak Samudra (Lajur Ofiolit). Selain itu Pengklasifikasin Batuan Penyusun lengan tenggara Sulawesi menurut (Rusmana dan Sukama, 1985), Batuan Penyusun lengan tenggara Sulawesi dibagi menjadi 2 lajur yaitu :

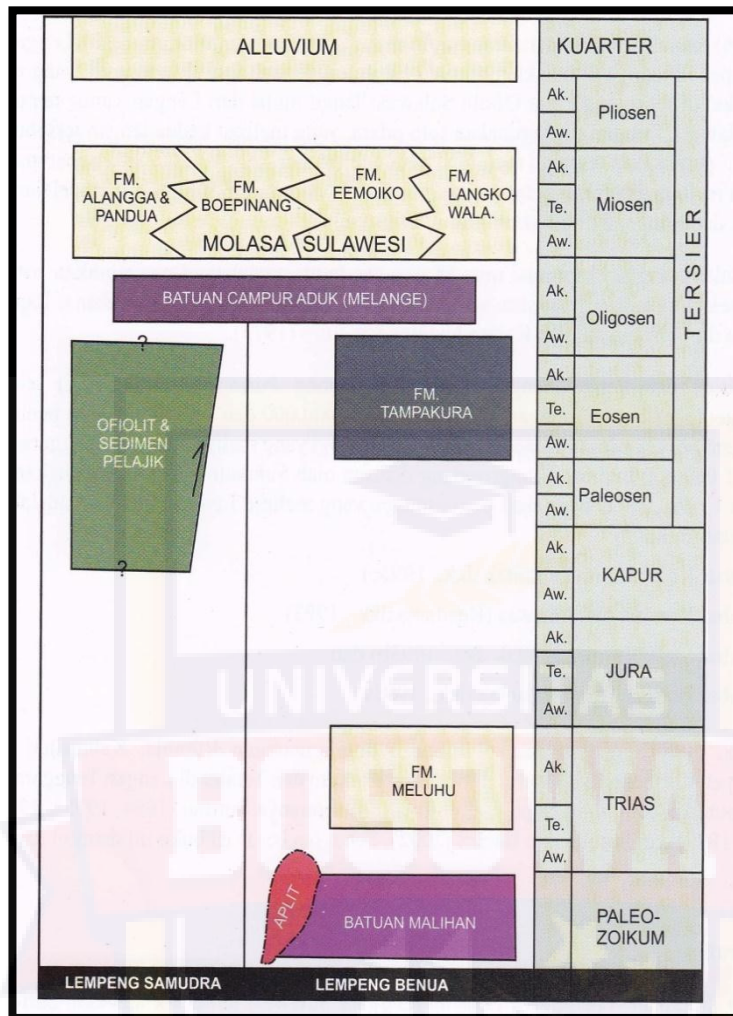
- Lajur Tinondo, yang menempati bagian barat daya, yang dicirikan dengan batuan asal paparan benua yaitu batuan melihan paleozoikum dan diduga berumur karbon.
- Lajur hialu, yang menempati bagian timur laut yang tersusun dari himpunan batuan asal kerak samudra. Kedua lajur ini dipishkan oleh sesar Lasolo yang merupakan sesar geser, berdasarkan hasil penelitian terakhir yang dilakukan oleh Surono.

Seperti yang tersaji dalam bukunya berjudul “Publikasi Khusus Geologi” Lengan Tenggara Sulawesi” tahun 2012, Batuan Penyusun Lengan tenggara Sulawesi terdiri dari kepingan benua yang dinamai Mintakat Benua Sulawesi tenggara dan mintakat Matarombeo, dimana kedua lempeng dari jenis yang berbeda ini bertabrakan pada oligosen akhirMiosen awal dan kemudian ditindih oleh endapan Molasa Sulawesi, yang terdiri atas batuan sedimen klastik dan karbonat, terendapkan selama akhir dan sesudah tumbukan, sehingga molasa menindih takselaras Mintakat benua Sulawesi tenggara dan kompleks Ofiolit tersebut. Pada akhir Kenozoikum lengan ini dikoyak oleh sesar Lawanopo dan beberapa pasangannya, termasuk sesar Kolaka (Surono, 1997).

Nama formasi meluhu diberikan oleh rusman dan sukarma (1985) kepada satuan batuan yang terdiri atas batu pasir kuarsa, serpih merah, batulanau dan batulumpur dibagian bawah, dan perselingan serpih hitam, batu pasir, dan batu gamping dibagian atas. Formasi meluhu menindih tak selaras batuan malihan dan ditindih tak selaras oleh satuan batu gamping formasi Tampakura, Surono (1997) membagi formasi Meluhu menjadi tiga anggota dari bawah ke atas :

- Anggota toronipa yang didominasi oleh batu pasir dan konglomerat,
- Anggota watutaluboto didominasi oleh batulumpu, batulanau, dan serpih.
- Anggota Tuetue dicirikan oleh hadirnya napal dan batu gamping

Anggota Toronipa, formasi Meluhu didominasi oleh batu pasir dan konglomerat dengan sisipan serpih, batulanau dan batulempung.

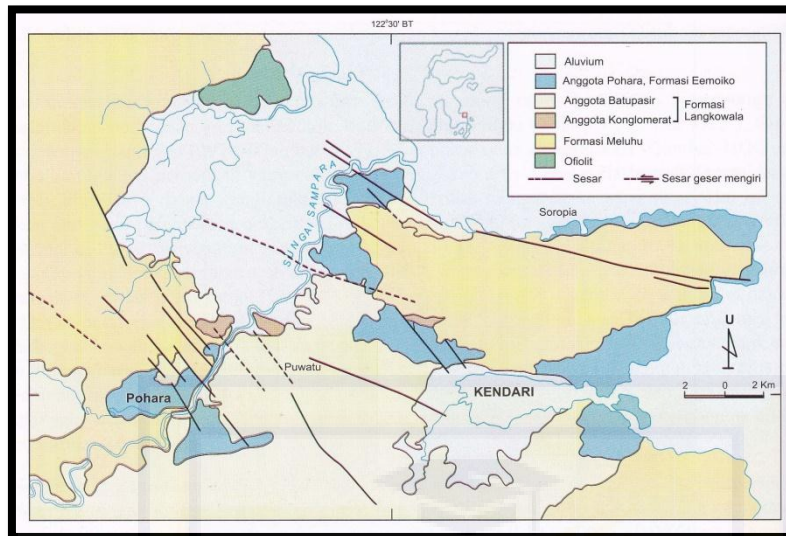


Gambar 2.1 Stratigrafi Regional Lengan Tenggara Sulawesi (Surono 2010)

### 3. Struktur

Pada lengan tenggara Sulawesi, struktur utama yang terbentuk setelah tumbukan adalah sesar geser mengiri, termasuk sesar matarombeo, sistem sesar Lawanopo, sistem sesar Konawe, sesar Kolaka, juga banyak sesar lainnya serta liniasi. Adanya mata air panas di Desa Toreo, sebelah tenggara Tinobu serta pergeseran pada bangunan dinding rumah maupun jalan sepanjang sesar ini menunjukkan bahwa sistem sesar Lawanopo masih aktif sampai sekarang (Simandjuntak, 1997).





Gambar 2.2 Penyebaran Anggota Batupasir dan Anggota Konglomerat, formasi langkowala Daerah Kendari dan Sekitarnya, (Risal Gunawan 2016)

## B. Geologi Lokal

### 1. Kondisi Geologi Daerah Lasusua

Endapan bijih nikel ditemukan didaerah patoa Kecamatan Lasusua termasuk bijih nikel laterit yang berbentuk oleh hasil pelapukan batuan ultrabasa. Jalur batuan ultrabasa tersebut dijumpai dari Lasusua sampai Pomala. Singakapan batuan ultrabasa umumnya telah mengalami pelapukan, berwarna kuning coklat berbintik hitam atau abu-abu putih dengan warna kehijauan pada bagian tepi luar.

### 2. Topografi

Daerah tambang yang saat ini menjadi wilayah penambangan PT.Cirta Silika Mallawa, kondisi fisik lahan top soil daerah tersebut masih terpenuhi dengan pepohonan, tipe vegetasi pada daerah tersebut masih hutan primer adapun tanaman masyarakat setempat. Pada lapisan atas didominasi oleh tumbuhan dari hutan primer. Tinggi lapisan pohon pada lapisan atas diperkirakan antara 10-15 meter.

Wilayah penambangan PT. Citra Silika Mallawa merupakan daerah perbukitan tinggi, memanjang dengan arah bentangan dari utara keselatan sepanjang pantai. Pada bukit-bukit tersebut yang merupakan bagian dari pengunungan yang memanjang dari arah tenggara terdapat punggung-punggung utama yang kemudian bercabang, sehingga pada musim penghujan berfungsi sebagai jalan pengaliran air. Bentuk topografi daerah-daerah daratan adalah berbukit-bukit dengan kemiringan  $30^{\circ}$  - $70^{\circ}$  yang merupakan pelengkap bagi endapan nikel, dari ketinggian berkisar 50-380 meter diatas permukaan laut.

### 3. Litologi

Secara umum penampang endapan nikel laterit dari atas ke bawah daerah Lasusua adalah :

- Lapisan pertama, terdiri dari tanah hasil pelapukan, pembusukan daundaunan berupa oksida besi, biasa disebut asam humus, memiliki warna coklat. Lapisan ini adalah topsoil tanah pucuk.
- Lapisan kedua, komposisinya adalah akar tumbuhan, humus, oksida besi, dan sisa-sisa organik lainnya. Warna khas adalah coklat tua kehitaman dan bersifat gembur. Kadar nikelnya sangat rendah sehingga tidak diambil dalam dalam penambangan. Ketebalan lapisan tanah penutup rata-rat tidak menentu. Lapisan ini adalah tanah penutup (Overburden).
- Lapisan ketiga, merupakan tanah hasil pelapukan lunak berwarna kuning coklat, mengandung nikel dan besi dalam perbandingan yang tidak tentu. Lapisan ini adalah zona limonit.

- Lapisan ke empat, merupakan batuan yang sudah sangat lapuk, berwarna coklat kekuningan sampai kehijauan dengan banyak urat-urat garnierit dan krisoplas memiliki kadar nikel yang relatif tinggi antara 2-4%. Lapisan ini adalah zona saprolit.
- Lapisan bawah, merupakan batuan dasar peridotit dan serpentinit yang belum lapuk dengan kandungan  $Fe \pm 15\%$  ( $Ni + Co$ )  $\pm 0,01\%$ . Lapisan ini adalah zona bedrock.

#### 4 . Keadaan Vegetasi

Vegetasi lasusua terdiri dari hutan, semak-semak dan tumbuhan, rawa-rawa di pesisir. Jenis kayu yang dapat dijumpai diantaranya pohon kayu angin, Pohon kayu besi, dan pohon kayu kelapi, daerah lasusua dijumpai 2 jenis vegetasi, yaitu :

- Tumbuhan primer merupakan baik itu pada daerah tambang dibukit-bukit, dominan antara lain kayu besi, walakopa, kumay dan kelapi. Vegetasi daerah PT. Citra Silika Mallawa khusus pepohonannya tidak tidak tinggi namun cukup rapat sehingga dalam pembabatannya biasanya menggunakan kapak dan alat senso sedangkan kegiatan stipping biasa dilakukan dengan alat Bulldozer.
- Tumbuhan sekunder adalah vegetasi yang tumbuh kemudian setekah vegetasi asli mengalami gangguan pengrusakan atau pengupasan. Tumbuhan yang merupakan vegetasi sekunder misalnya tumbuhan mente, cengkeh.

#### 5. Iklim dan Curah Hujan

Iklim di Indonesia pada umumnya beriklim tropis termasuk daerah lasusua dan setiap tahunnya dipengaruhi oleh dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Kedua musim ini memberikan pengaruh terhadap aktivitas penambangan.

## 6. Genesa Endapan Bijih Nikel Daerah Penelitian

Laterit dilokasi penelitian hanya berkembang pada batuan ultramafik yang telah mengalami pelapukan intensif yang utama pada batuan peridotit-dunit. Sedangkan khusus batuan piroksenit tidak mengalami atau mengandung nikel laterit. Data coring dan pemetaan laterit permukaan menunjukkan bahwa zonasi nikel laterit dari atas ke dasar adalah top soil, overburden, lapisan limonit, zona saprolit dan batuan dasar (bedrock). Top soil sampai zona overburden berwarna coklat tua kehitaman. Tekstur kasar dan masih mengandung unsur-unsur hara.

Lapisan nikel ini terdiri atas dua bagian yaitu laterit saprolit dan laterit limonit. Lapisan laterit limonit di atas zona laterit saprolit dan kedalamannya tidak tentu mulai dari 2,5 meter sampai 5 meter. Kandungan nikel dalam laterit limonit berkisar antara 1,20 - 1,59 Ni dan Fe antara 20-50% saprolit masih dijumpai di daerah bekas tambang dan dilereng yang telah terori. Dipermukaan berwarna coklat, sebagian merah kecoklatan, kadang-kadang mengandung garnierit dan tidak mengandung silika. Ketebalan saprolit antara 2,5-8 meter.

### **C. Landasan Teori**

#### 1. Nikel

Nikel adalah salah satu unsur kimia yang tergolong dalam logam transisi, berwarna putih keperakan dengan sedikit keemasan bersifat kuat dan mudah dibentuk. Penggunaan nikel sangat beragam, baik nikel primer (produk nikel yang berasal dari pemrosesan bijih nikel) maupun nikel sekunder (produk nikel yang berasal dari pemrosesan nikel primer). Sebanyak 48% nikel primer digunakan untuk produksi baja tahan karat (stainless steel) dan baja paduan, 39% digunakan untuk produksi paduan

non logam (non ferrous alloy) dan 10% untuk elektroplating. Sedangkan untuk nikel sekunder, 30% digunakan untuk transportasi, 14% digunakan untuk produksi produk-produk metal, 12% untuk peralatan elektronik, 10% digunakan pada industri petroleum, dan sisanya 8% digunakan pada industri kimia, konstruksi, peralatan rumah tangga dan industri mesin (La Ode Raemaka, 2018).

Nikel bersifat lembek dalam keadaan murni, namun akan menjadi baja keras yang tahan karat jika dipadukan dengan besi, krom, dan logam lainnya. Sekitar 70%- 80% nikel berada dalam batuan laterit yang tersebar di daerah-daerah tropis dan subtropis, seperti Indonesia, New Caledonia, Australia, Cuba, dan Filipina. Nikel adalah logam penting yang digunakan dalam produksi stainless steel dan campuran logam. Berdasarkan pembentukannya, bijih nikel diklasifikasikan menjadi dua, yaitu sulfida dan laterit. Endapan bijih sulfida biasanya terdapat di belahan bumi bagian utara, sementara endapan bijih laterit biasanya terdapat di belahan bumi beriklim tropis (La Ode Raemaka, 2018).

## 2. Lapisan Tanah Penutup

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) merupakan pekerjaan awal dalam suatu operasi penambangan. Berdasarkan kondisi volume tanah dapat berubah-ubah. Dikenal tiga macam volume tanah yaitu volume asli (*bank*) volume lepas (*loose*) dan volume padat (*compacted*). Hampir semua material yang didapatkan mempunyai volume yang lebih kecil dari aslinya. Hal ini karena pemadatan dapat menghilangkan atau memperkecil ruang atau pori diantara butiran material (Nurhakim,2004)

- a. Volume asli (*insitu/bank*) adalah volume tanah yang belum di ganggu dengan alat-alat mekanis biasanya volume ini dijadikan dasar sebagai perhitungan tanah, satuan yang digunakan yaitu *Bank Cubic Meter* (BCM).
- b. Volume lepas (*Loose*) adalah volume setelah di bongkar atau dikeruk dari tempat asalnya, misalnya tanah yang di gali oleh *excavator*, satuan yang digunakan adalah *Loose Cubic Meter* (LCM).
- c. Volume padat (*compacted*) adalah volume tanah yang sudah ditimbun dan sudah dipadatkan misalnya timbunan sebagai jalan, satuan yang digunakan yaitu *Compacted Cubic Meter* (CCM).

### 3. Alat Mekanis

Adapun jenis alat mekanis yang digunakan dalam kegiatan penambangan, yaitu sebagai berikut :

- a. Excavator

*Excavator* merupakan alat gali muat yang berfungsi untuk menggali material lalu memuat material ke dalam alat angkut



Gambar 2.3 Excavator Komatsu Pc 210 (Rifky hidayat 2022)

Pada umumnya semakin keras batuan yang akan digali, semakin kecil *bucket*

yang digunakan dan gigi-gigi pada mangkuk harus terbuat dari baja mangan (*manganese stick*). Produksi *Excavator* akan tergantung dari :

- Keadaan material, seperti lunak atau keras.
- Keadaan lapangan atau tempat kerja.
- Efektifitas alat muat dan alat angkut.
- Pengalaman operator.

b. Dump Truck

*Dump Truck* (Truk) adalah alat yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan material yang telah digali dan dimuat oleh *Excavator* ke *Disposal Area*. Produksi dan jumlah armada truk yang diperlukan dipengaruhi banyak faktor, yaitu rencana penambangan, kondisi jalan, alat angkut, target produksi, kinerja dan waktu edar truk, metode operasi, keseimbangan truk loader. Metode yang digunakan untuk mengestimasi dan mengevaluasi pun bervariasi dari yang sederhana sampai simulasi computer yang kompleks.



Gambar 2.4 Dump Truck Isuzu ,(Rifky Hidayat 2022)

4. Pemuatan (*Loading*)

Pemuatan merupakan proses penumpahan material oleh alat muat kedalam bak

alat angkut sesuai dengan kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut, dengan memposisikan alat muat berada lebih tinggi atau kedudukan alat muat dan alat angkut sama tinggi. Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi maka pola pemuatan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi waktu edar alat. Pola pemuatan yang digunakan tergantung pada kondisi lapangan, operasi pengupasan serta alat mekanis yang digunakan dengan asumsi bahwa setiap alat angkut yang datang, mangkuk (*bucket*) alat gali-muat sudah terisi penuh dan siap ditumpahkan. Setelah alat angkut terisi penuh segera keluar dan dilanjutkan dengan alat angkut lainnya sehingga tidak terjadi waktu tunggu pada alat angkut maupun alat gali-muatnya (Setyawan, 2019).

a. *Top Loading*

Kedudukan alat muat lebih tinggi dari alat angkut atau alat muat berada di atas tumpukan material. Cara ini hanya digunakan pada alat muat *back hoe*. Selain itu operator lebih leluasa untuk melihat bak alat angkut dan menempatkan material.

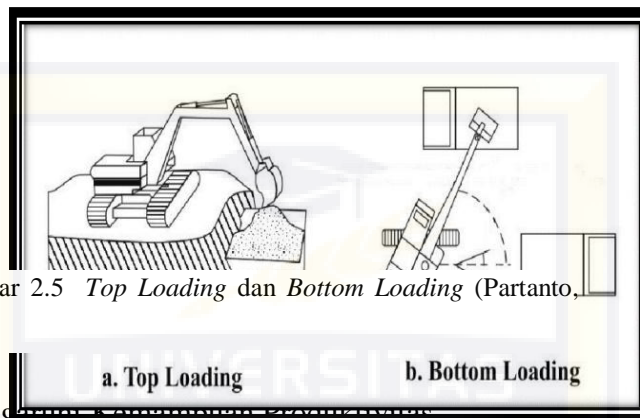
Dari gambar 2.5 terlihat bahwa posisi *excavator* lebih tinggi dari pada posisi *dump truck*. Bucket excavator tepat berada di atas vessel dump truck. Hal ini akan memudahkan pengisian yang dilakukan dan excavator akan memiliki waktu edar yang lebih singkat.

b. *Bottom Loading*

Pola pemuatan dimana alat gali – muat dan alat angkut terletak pada satu ketinggian yang sama. Cara ini idealnya dipakai pada alat muat power shovel. Pada gambar 2.2 dapat dilihat bahwa pola pemuatan dilakukan dengan pola pemuatan bottom loading. Pola pemuatan ini akan membuat waktu ayun isi dari alat muat lebih



lama, karena sudut putarannya lebih besar. Hal ini akan menyebabkan waktu edar alat akan lebih lama dan membuat nilai produktivitas lebih rendah.



Gambar 2.5 *Top Loading* dan *Bottom Loading* (Partanto, 1993)

#### 5. Faktor yang Mempengaruhi

##### a. Sifat Fisik Material

Kemampuan alat – alat mekanis untuk bekerja baik itu alat angkut maupun alat muat sangat dipengaruhi oleh sifat fisik material seperti faktor pengembangan (Swell Factor) atau segi bobot isinya.

##### b. Kondisi Tempat Kerja

Tempat kerja yang luas akan memperkecil waktu siklus alat karena ada cukup ruang gerak untuk berbagai pengambilan posisi, seperti untuk berputar, mengambil posisi sebelum diisi muatan atau penumpahan dan untuk kegiatan pemuatan. Dengan angkut, demikian alat tidak perlu maju mundur untuk mengambil posisi karena ruang gerak cukup luas, sehingga waktu siklus menjadi lebih kecil.

##### c. Keadaan Jalan Angkut

Pemilihan alat-alat mekanis untuk transportasi sangat ditentukan oleh jarak yang dilalui. Fungsi jalan adalah untuk menunjang operasi tambang terutama dalam

kegiatan pengangkutan. Bila kondisi jalan baik (tidak adanya umbulasi pada jalan angkut), maka waktu siklus menjadi kecil.

d. Kondisi Alat

Kodisi alat-alat mekanis baik untuk pemuatan maupun pengangkutan mempengaruhi waktu edarnya. Waktu daur alat muat yang baru tentunya akan lebih kecil dibandingkan dengan waktu daur alat muat yang telah lama digunakan.

e. Kemampuan Operator

Kemampuan operator sangat berpengaruh terhadap waktu yang akan digunakan. Bagi operator yang sudah berpengalaman akan dapat memperkecil waktu yang diperlukan dalam penggunaan alat muat maupun alat angkut.

f. Pengaruh Cuaca

Dalam cuaca panas dan berdebu akan mengurangi jarak pandang operator, tapi hal tersebut dapat diatasi dengan penyiraman jalan. Sedangkan apabila hujan semua kegiatan di lapangan akan di hentikan.

6. Waktu Edar (Cycle Time)

Waktu edar merupakan waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan. Lamanya waktu edar dari alat-alat mekanis akan berbeda antara material yang satu dengan material yang lainnya. Hal ini tergantung dari jenis alat dan jenis serta sifat dari material yang ditangani.

a. Waktu Edar Alat Gali Muat (CT<sub>m</sub>)

Merupakan penjumlahan dari waktu penggalian muatan, waktu ayunan bermuatan, waktu untuk menumpahkan muatan, dan waktu ayunan kosong di hitung dengan persamaan :

Rumus :

$$CTm = Am + Bm + Cm + Dm.....(2.1)$$

Keterangan :

CTm : Total waktu edar alat gali muat (menit)

Am : Waktu untuk penggalian muatan (menit)

Bm : Waktu ayunan bermuatan (menit)

Cm : Waktu untuk menumpahkan muatan (menit)

Dm : Waktu ayunan kosong (menit)

b. Waktu Edar Alat Angkut (CTa)

Merupakan penjumlahan dari waktu mengatur posisi untuk siap dimuat, waktu menunggu untuk dimuat, waktu pengisian muatan, waktu mengangkat muatan, waktu mengambil posisi untuk penumpahan muatan, waktu menumpahkan muatan, waktu kembali kosong. Dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Rumus :

$$CTa = Aa + Ba + Ca + Da + Ea + Fa .....(2.2)$$

Keterangan :

Cta : Total waktu edar alat angkut (menit)

Aa : Waktu mengatur posisi untuk dimuat kembali (menit)

Ba : Waktu di isi muatan(menit)

Ca : Waktu mengangkat muatan (menit)

Da : Waktu mengatur posisi (menit)

Ea : Waktu menumpahkan muatan (menit)

Fa : Waktu kembali kosong (menit)

### 7. Faktor Pengisian (*Fill factor*)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas teoritis alat tersebut. Besarnya faktor pengisian suatu alat muat sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ukuran butir material, kondisi material, dan jumlah stok material yang sedang dikerjakan (*angle of refuse*), serta keterampilan dan pengalaman operator. Untuk menentukan besarnya faktor pengisian dapat dihitung dengan menggunakan 2 cara, yaitu :

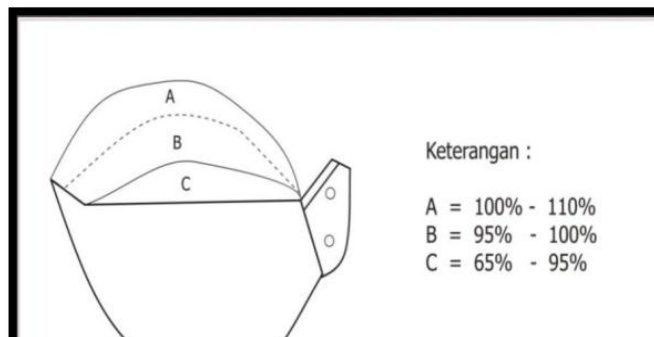
a. Metode perhitungan

Metode perhitungan ini biasanya dilakukan perhitungan langsung di lapangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FF = \frac{\text{Kapasitas nyata}}{\text{Kapasitas teoritis}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

b. Metode caterpillar

Untuk menentukan *fill factor* (faktor pengisian) dari *bucket* alat muat digunakan metode *Caterpillar*, yaitu dengan cara pengamatan dan perbandingan langsung pada saat kegiatan pemuatan sedang berlangsung.



Gambar 2.6 Cara Penentuan Nilai *Fill Factor*  
(Caterpillar Performance Handbook, Peoria 2019)

#### 8. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja merupakan elemen produksi yang harus diperhitungkan dalam upaya mendapatkan nilai produktivitas alat persatuan waktu yang akurat. Efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu kerja efektif dengan waktu produktif dalam suatu *shift*.

Sebagian besar efisiensi kerja diarahkan pada operator yaitu orang yang menjalankan atau mengoperasikan unit alat. Walaupun demikian apabila ternyata efisiensi kerja rendah belum tentu disebabkan oleh kemalasan operator yang bersangkutan, tetapi juga faktor-faktor lain yang tidak dapat dihindari seperti cuaca, kerusakan mendadak, dan kondisi fisik peralatan.

Untuk menghitung besarnya efisiensi kerja dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{Total waktu kerja}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

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

*Swell Factor* (Faktor Pengembangan) merupakan pemindahan volume material dari keadaan semula yang terkonsolidasi dengan baik sebagai akibat adanya

pembongkaran dan penggalian, maka semakin banyak ruang kosong dan terisi udara diantara butir-butir material tersebut. Persamaan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$SF = \frac{\text{Volume insitu}}{\text{volume loosw}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

10. Faktor Keserasian kerja (*Match Factor*)

Faktor kegiatan penambangan, keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut perlu diperhatikan. Untuk melihat keserasian kerja antara alat gali-muat dan alat angkut

$$MF = \frac{Na \times Ctm}{Nm \times Cta} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

MF = *Match Factor*

Na = Jumlah alat angkut

Nm = Jumlah alat muat

Cta = Cycle time alat angkut

Ctm = Cycle time alat muat

Bila hasil perhitungan ternyata:

- a. Faktor keserasian = 1, maka jumlah alat angkut dan alat muat seimbang atau sinkron, hampir dipastikan tidak ada waktu tunggu. Alat muat dan alat angkut sama-sama sibuk.
- b. Faktor keserasian <1, maka jumlah alat angkut kurang, akibatnya alat muat banyak menunggu, sementara alat angkut sibuk.
- c. Faktor keserasian >1, maka jumlah alat angkut lebih, sehingga muncul waktu tunggu dimuat untuk alat angkut, sementara alat muat sibuk.

Untuk menghitung waktu tunggu bagi alat muat maka dapat digunakan

persamaan sebagai berikut :

$$W_{tm} = \frac{N_m \times C_{ta}}{N_a} - C_{tm} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

$W_{tm}$  = Waktu tunggu alat muat

$N_m$  = Jumlah alat muat

$C_{ta}$  = *Cycle time* alat angkut

$C_{tm}$  = *Cycle time* alat muat

$N_a$  = Jumlah alat angkut

## 11. Kemampuan Produksi Alat Mekanis

### a. Produksi Alat Gali-Muat

- Produksi Perjam

$$P = \frac{EFF \times KB \times SF \times FF \times 60 \text{ menit/jam}}{C_t} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

$P$  = Produksi alat gali-muat (ton/jam)

$EFF$  = Efisiensi Kerja (%)

$KB$  = Kapasitas *Bucket* ( $m^3$ )

$SF$  = Swell factor

$FF$  = Fill factor (%)

$C_t$  = Cycle time (menit)

- Produksi Perhari

$$P = \text{Produksi perjam} \times \text{waktu tersedia} \times \text{jumlah alat} \dots \dots \dots (2.13)$$

- Produksi Perbulan

$$P = \text{Produksi perhari} \times 30 \text{ hari} \dots \dots \dots (2.14)$$

b. Produksi alat angkut

- Produksi Perjam

$$P = \frac{n(\text{EFF} \times \text{KB} \times \text{SF} \times \text{FF} \times 60 \text{ menit jam})}{Ct} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana :

P = Produksi alat angkut (ton/jam)

N = Jumlah pengisian

EFF = Efisiensi Kerja (%)

KB = Kapasitas *Bucket* (m<sup>3</sup>)

SF = *Swell Factor*

FF = *Fill factor*/faktor pengisian (%)

Ct = *Cycle time* (menit)

- Produksi Perhari

$$P = \text{Produksi perjam} \times \text{waktu tersedia} \times \text{jumlah alat} \dots \dots \dots (2.16)$$

- Produksi Perbulan

$$P = \text{Produksi perhari} \times 30 \text{ hari} \dots \dots \dots (2.17)$$



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

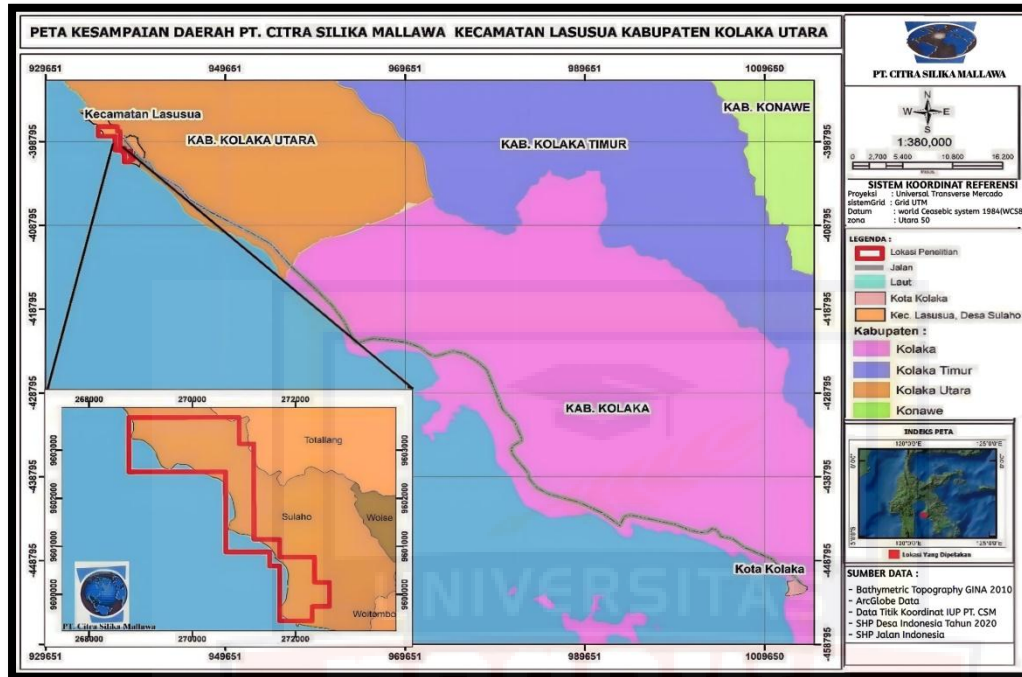
Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif. Data yang diperoleh berupa data angka, selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut dengan perhitungan matematis. Penelitian kuantitatif digunakan untuk memperoleh data primer dan data sekunder yang menjadi data Pokok pada penelitian ini.

Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta kausalitas hubungan-hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif yaitu mengembangkan dan menggunakan model matematis.

#### **B. Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di PT. Citra Silika Mallawa, yang berlokasi di Desa Sulaho, Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka utara, Provinsi Sulawesi Tenggara, sedangkan secara koordinat berada di  $03^{\circ}37'02''\text{S}$  -  $120^{\circ}56'44''\text{E}$  dengan luas 3.389,90 Ha.

Lokasi penelitian dapat di jangkau dengan rute dari makassar – kolaka utara dengan waktu tempuh  $\pm 10$  jam dengan menggunakan mobil ataupun motor dan dilanjutkan dengan menggunakan kapal laut. Selanjutnya dari lasusua – sulaho dapat di tempuh menggunakan kendaraan bermotor dengan waktu tempuh  $\pm 30$  menit.



Gambar 3.1 Peta Kesampaian Daerah Pt. Citra Silika Mallawa (Pt. Csm)

### C. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan merupakan aksesories yang digunakan pada kegiatan pengambilan data di lokasi tambang Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian di PT. Citra Silika Mallawa yaitu :

1. Buku pencatatan lapangan
2. Alat Tulis Menulis
3. Stopwatch
4. Handphone

### D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan.

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan studi terhadap lokasi penelitian sebelum melakukan pengambilan data di Lapangan. Studi literatur menjadipedoman kegiatan penelitian dan penentuan langkah-langkah pengambilan data yang bersumber dari buku-buku dan jurnal ilmiah tentang produksi penambangan *ore* dan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya untukmendukung objek penelitian.

## 2. Observasi

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dan pengambilan data secara langsung dilapangan yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan pada pihak-pihak yang mempunyai pengatahuan terkait dengan permasalahan yang dibahas serta melakukan pengamatan pada kegiatan produktivitas dan alat mekanis serta pengambilan dokumentasi pada Pit 3A PT. Citra Silika Mallawa.

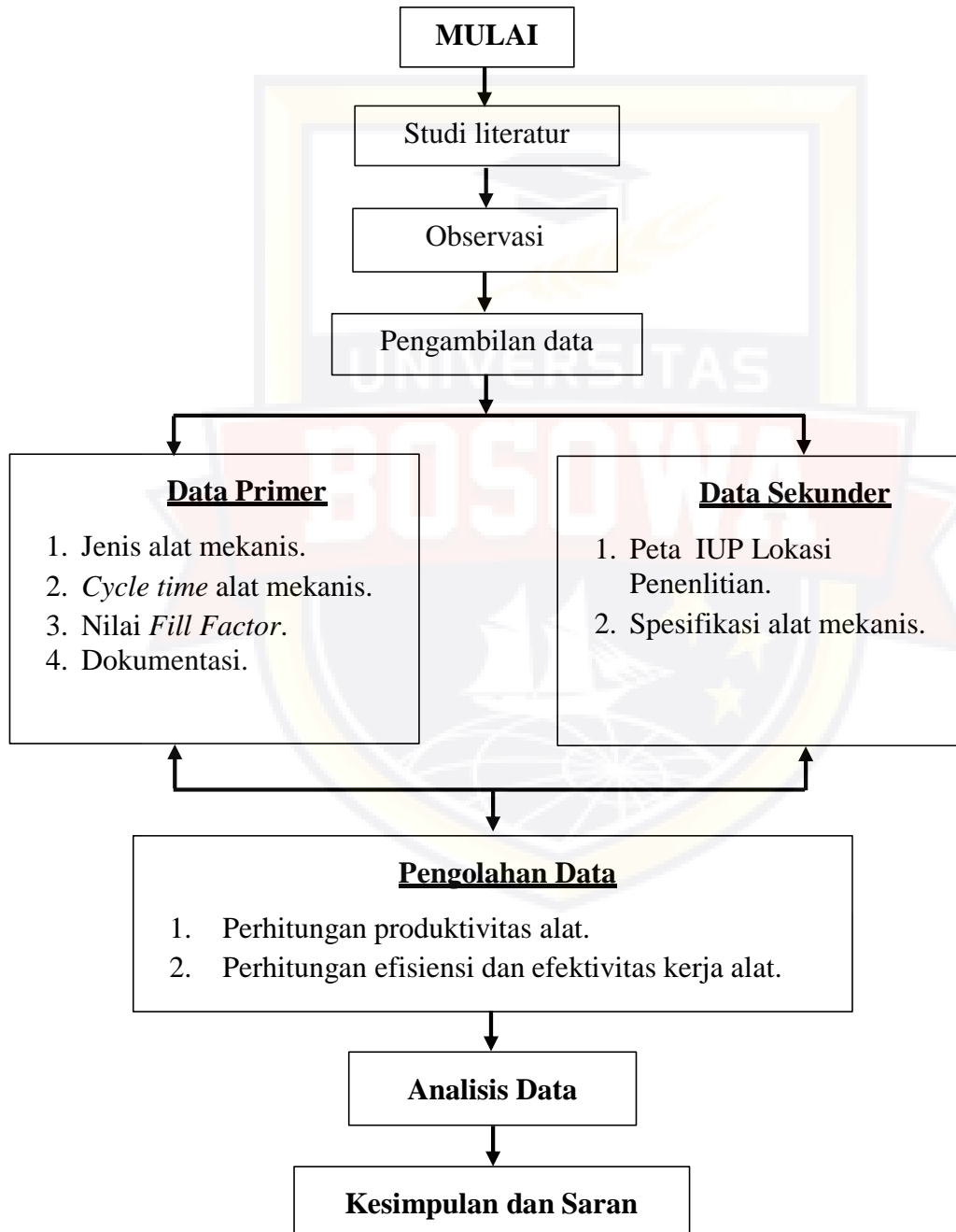
### **E. Teknik pengolahan data**

Pengolahan data dilakukan dengan mengumpulkan danmengelompokkan data yang kemudian akan dilakukan pengolahan data sesuai dengan rumus matematis yang terdapat pada landasan teori dan juga menggunakan *software* dalam pengolahan data.

### **F. Teknik Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan teknik analisis kuantitatif yang dilakukan dalam proses pengolahan data-data yang berkaitan dengan analisis produksi yang membandingkan antara hasil produksi mingguan dan menentukan faktor-faktor yang menghambatjalannya produksi dilokasi penambangan.

## G. Bagan alir



## BAB IV

### HASIL & PEMBAHASAN

#### A. Hasil

##### 1. Jenis Alat Mekanis

Alat yang digunakan dalam penambangan PT. Citra Silika Mallawa merupakan alat milik perusahaan. Produktivitas alat harus dimaksimalkan agar besarnya biaya produktivitas yang dikeluarkan seimbang dengan besarnya jumlah produktivitas yang dihasilkan oleh alat. Adapun alat yang digunakan pada kegiatan pengupasan *overbutden* di Pit 3A PT. Citra Silika Mallawa dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 jenis alat mekanis

NO	Jenis Alat Mekanis	Kapasitas Alat	Jumlah Alat (Unit)	Lingkup Kerja
1	Komat'su PC 210	1,2 m <sup>3</sup>	1	<i>Loading OB</i>
2	<i>Dump Truk</i> Izusu	16 ton	4	<i>Hauling OB</i>

##### 2. Cycle Time Alat Mekanis

Data *cycle time* merupakan salah satu input data yang digunakan dalam perhitungan produktivitas alat. Pengambilan data *cycle time* alat dilakukan PT. Citra Silika Mallawa. Adapun data *Cycle Time* dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Waktu rata-rata cycle time alat mekanis

No	Jenis Alat Mekanis	Jenis Kegiatan	Waktu Rata-rata (menit)
1	<i>Excavator Komat'su PC 210</i>	<i>Loading OB</i>	0,32
2	<i>Dump Truk Izusu</i>	<i>Hauling OB</i>	11,12

### 3. Produktivitas Alat Mekanis

Kemampuan produktivitas alat mekanis merupakan hasil yang secara perhitungan dapat dicapai oleh suatu alat yang bekerja selama waktu operasi yang tersedia. Adapun hasil perhitungan produktivitas alat mekanis pada kegiatan pengupasan *overburden* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut

No	Kegiatan	Jenis Alat Mekanis	Produktivitas (bcm/jam)
1	<i>Loading OB</i>	<i>Excavator Komat'su PC 210</i>	125,65
2	<i>Hauling OB</i>	<i>Dump truk Izusu</i>	31,30

### 4. Keserasian Kerja Alat (*Match Factor*)

Pada kegiatan penambangan, keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut

perlu diperhatikan. Untuk mengetahui keserasian kerja antara alat muat dengan alat angkut, maka dapat dihitung dengan rumus persamaan berikut :

$$MF = \frac{Na \times (Ctm \times n)}{Nm \times Cta}$$

$$MF = \frac{4 \times (0,32 \times 8)}{1 \times 11,12}$$

$$= \frac{10,24}{11,12}$$

$$= 0,92$$

Karena  $MF < 1$ , maka jumlah alat angkut kurang, akibatnya alat muat menunggu sementara alat angkut sibuk. Sehingga, terdapat waktu tunggu alat muat. Untuk menghitung waktu tunggu alat muat, maka digunakan persamaan berikut :

$$Wtm = \frac{Nm \times Cta}{Na} - Ctm$$

$$Wtm = \frac{1 \times 11,12}{4} - 0,32$$

$$df = \frac{11,12}{4} - 0,32$$

$$= 2,4 \text{ menit}$$

## 5. Efisiensi Kerja

Effisiensi kerja menunjukkan persen waktu yang digunakan untuk kerja efektif dari jumlah waktu yang tersedia. Dari perhitungan efisiensi kerja pada Lampiran 3, maka didapatkan efisiensi kerja alat mekanis yang digunakan pada kegiatan produksi di Pit 3A dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Effisiensi kerja alat mekanis

Kegiatan	Jenis Alat Mekanis	Effisiensi Kerja
<i>Loading OB</i>	<i>Excavator Komat'su</i> PC 210	73%
<i>Hauling OB</i>	Dump truck izusu	79%

## **B. Pembahasan**

### **1. Cycle Time Alat Gali**

Berdasarkan hasil penelitian data yang diambil dilapangan rata-rata cycle time dari alat gali muat adalah waktu maenggali material sebesar 6,38 detik, waktu menganyun bucket dengan muatan 5,13 detik, waktu penumpahan material 3,99 detik, waktu putar dengan bucket kosong 4,15 detik, sehingga Cycle time alat gali muat adalah sebesar 19,65 detik .

### **2. Cycle Time Alat Angkut**

Berdasarkan hasil penelitian data yang diambil dilapangan rata-rata cycle time dari alat angkut adalah waktu pemuatan sebesar 28,75 detik, waktu pengangkutan sebesar 141,38 detik, waktu mengatur untuk dumping sebesar 240,67 detik, waktu menumpah meterial sebesar 29,08 detik, waktu kembali kosong sebesar 27,25 detik, dan waktu untuk dimuat kembali sebesar 200,35 detik, sehingga Cycle time alat angkut adalah sebesar 667,48 detik.

### **2. Efisiensi Alat**

Berdasarkan perhitungan yang diperoleh data efisiensi alat gali muat excavator komatsu PC210 adalah sebesar sebesar 73% dan hasil perhitungan efisiensi alat angkut



Dump Truck Isuzu yang di peroleh adalah sebesar 79 %. Dilakukan peningkatan efesiensi kerja dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Peningkatan Efesiensi Kerja

Kegiatan	Jenis Alat Mekanis	Effsiensi Kerja
<i>Loading OB</i>	<i>Excavator Komat'su</i> PC 210	82%
<i>Hauling OB</i>	Dump truck izusu	83%

Berdasarkan hasil pada tabel 4.5 peningkatan efesiensi kerja alat muat 0,73% menjadi 82% dan alat angkut 79% menjadi 83%, dengan melakuakn penekanan waktu hambatan dan perbaikan pada jumlah waktu efektif kerja alat. Dapat dilihat pada lampiran d.

### 3. Produktivitas

#### a. Produktivitas excavator komatsu pc 210

Kemampuan produktivitas alat gali muat komatsu PC210 adalah banyaknya material ( $m^3$ ) yang dapat di pindahkan atau di muat ke alat angkut dengan persatuan waktu (jam). Berdasarkan data yang di peroleh dilapangan dengan *cycle time* rata-rata yang di peroleh 0,32 detik maka diperoleh produktivitas alat gali muat komatsu PC210 adalah sebesar 125,65 Bcm/Jam dengan Produktivitas perhari sebesar 741,33 Bcm/hari.

#### b. Produktivitas Dump Truck Isuzu

Berdasarkan hasil penelitian produktivitas alat angkut Dump Truck Isuzu adalah sebesar 31,30 Bcm/Jam dengan produktivitas perhari sebesar 197,19 Bcm/hari.

Tabel 4.6 Peningkatan Produktivitas Alat

No	Kegiatan	Jenis Alat Mekanis	Produktivitas (bcm/jam)
1	<i>Loading OB</i>	<i>Excavator Komat'su PC 210</i>	141,14
2	<i>Hauling OB</i>	<i>Dump truk Izusu</i>	32,88

Pada tabel 4.6 setelah dilakukan perbaikan pada efisiensi kerja alat muat sebesar (73% - 82%) maka hasil produktivitas yang didapatkan sebesar 141,14 bcm/jam, dan dilakukan perbaikan efisiensi kerja pada alat muat sebesar (79% - 83%) mendapatkan hasil sebesar 32,88 bcm/jam. Perhitungan dapat dilihat pada lampiran f.

#### 4. Keceramasian Alat

Berdasarkan perhitungan data *cycle time* pada alat gali muat excavator komatsu PC120 yaitu 0,32 menit dan *cycle time* pada alat angkut Damp Truck Isuzu yaitu 11,12 detik dengan jumlah alat muat 1 unit dan alat angkut 4 unit dan jumlah pengisian sebanyak 8 bucket menghasilkan faktor keserasian alat 0,92 artinya persentase kerja dari alat gali muat tidak mencapai 100%, sedangkan persentase kerja dari alat angkut mencapai 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat menunggu alat angkut kembali di isi.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pengolahan data, dan analisis hasil pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut :

#### **A. Kesimpulan**

1. Produktivitas alat gali muat excavator komatsu PC120 yaitu sebesar 132 bcm/jam dimana jika di hitung produktivitas perhari yaitu sebesar 778,8 bcm/hari. Produktivitas untuk alat angkut dump truck isuzu yaitu sebesar 32,8 bcm/jam dimana jika di hitung produktivitas perhari yaitu sebesar 206,6 bcm/hari. Setelah dilakukan peningkatan efisiensi kerja pada alat muat produktivitas meningkat menjadi 141,14 bcm/jam dan pada alat angkut produktivitas meningkat menjadi 32,88 bcm/jam.
2. Dari hari perhitungan match factor diperoleh keserasian kerja alat gali muat komatsu PC120 dan alat angkut dump truck isuzu yaitu sebesar 0,92. Efisiensi kerja alat muat sebesar 73% ditingkatkan menjadi 82% dan efisiensi alat angkut sebesar 79% ditingkatkan menjadi 83%.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil pembahasan maka peneliti memberikan beberapa saran, yaitu sebagai berikut :

1. Peningkatan efesiennsi kerja pada alat gali muat dan angkut agar kemampuan produktivitas lebih maksimal lagi.
2. Kedisiplinan karyawan harus lebih diperhatikan agar waktu kerja tidak terbuang begitu saja.
3. Perbaiki *cycle time* pada alat angkut agar keserasian alat lebih maksimal tidak ada alat yang menunggu.
4. Sebaiknya meminimalisir waktu hambatan yang masih bisa di hindari, seperti waktu delay pengisian bahan bakar pada alat yang dapat dilakukan pada saat diluar jam operasi kerja, supaya tingkat efesiensi kerja alat lebih meingkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hamilton, (1979) *statigrafi daerah lasusua, Sulawesi tenggara* ([http://www.academia.edu/13535616/STATIGRAFI\\_DAERAH\\_SULAWESI\\_TENGGARA](http://www.academia.edu/13535616/STATIGRAFI_DAERAH_SULAWESI_TENGGARA)) diakses juli 2023.
- Hidayati, A. P. D., Permana, I. S., & Oktavia, M. (2021). *Optimasi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Menggunakan Metode Teori Antrian Dan Kapasitas Produksi Pada Kegiatan Coal Getting Di Pt Natural Artha Resource*. Jurnal Mine Magazine, 2(1).
- Husean, S., & Anaperta, Y. M. (2019). *Optimalisasi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengangkutan Overburden Di Pit Barat PT. Artamulia Tata Pratama Site Tanjung Belit, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi*. Bina Tambang, 4(3), 154-164.
- Ilahi, R. R., Ibrahim, E., & Swardi, F. R. (2014). *Kajian teknis produktivitas alat gali-muat (excavator) dan alat angkut (dump truck) pada pengupasan tanah penutup bulan September 2013 di pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE*. Jurnal Ilmu Teknik, 2(3).
- Ilham, S., & Rifandy, A. (2020). *Kajian produksi material batuan penutup (overburden) pada PT. Kaltim Batumanunggal Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur*. Jurnal Geologi Pertambangan (JGP), 26(2), 1-13.
- Ilahi, R. R., Ibrahim, E., & Swardi, F. R. (2014). *Kajian teknis produktivitas alat gali-muat (excavator) dan alat angkut (dump truck) pada pengupasan tanah penutup bulan September 2013 di pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE*. Jurnal Ilmu Teknik, 2(3).
- Istiqamah, D. A., & Gusman, M. (2020). *Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto*. Bina Tambang, 5(1), 61-73.
- Iwan, S. (2021). *Kajian Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Batuanandesit Di Pt. Rangga Eka Pratama Kabupaten Dompu* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Mataram).
- La Ode Raemaka, (2018). *Rencana Penjadwalan Produksi Penambangan Bijih Nikel Berdasarkan Target Produksi Pada Front X Blok Selatan PT. Ifishdeco*, Skripsi Universitas Halu Oleo Kendari.
- Nurhakim (2004). *Buku Panduan Kuliah Lapangan Edisi II Edisi Ke 2. Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru*.

- Oemiati, N, Revisdah, R., Rahmawati (2020). *Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden)*. *Bearing*, Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil, 6(3), 194-207.
- Partanto, (1993) *Pemindahan Tanah Mekanis*, Institut Teknologi Bandung: Bandung, p.45
- Prodjosumarto, P, (1993), *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- Peoria, Illinois, (2019), *Caterpillar Performance Handbook*, ([http://www.williamadams.com.au/media/3275/Caterpillar\\_Performance\\_Handbook\\_49\\_compressed.Pdf](http://www.williamadams.com.au/media/3275/Caterpillar_Performance_Handbook_49_compressed.Pdf)) diakses juli 2023.
- Rusmana dan sukama, (1985), *statigrafi daerah lasusua, Sulawesi tenggara* ([http://www.academia.edu/13535616/STATIGRAFI\\_DAERAH\\_SULAWESI\\_TENGGARA](http://www.academia.edu/13535616/STATIGRAFI_DAERAH_SULAWESI_TENGGARA)) diakses juli 2023.
- Simandjuntak, (1983), *Geo Resources : Geomorfologi Lengan Sulawesi Tenggara* (<http://jgsm.geologi.esdm.go.id/index.php/jgsm/artick/view/370/232>) diakses juli 2023.
- Surono, (1997), *Academia.edu*. ([http://www.academia.edu/35832171/Geologi\\_regional-sulawesi-tenggara](http://www.academia.edu/35832171/Geologi_regional-sulawesi-tenggara)) diakses juli 2023
- Surono, (2010) *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*, Badan Geologi, 171h.
- Setyawan, S. (2019) *Kajian Teknis Kebutuhan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Bata Tambang Batu Andesit PT. Rangka Eka Pratama Kabupaten Dompu*. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Saputra, H. (2020). *Analisis Produktivitas Alat Muat Dan Alatangkut Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pt. Tanito Harum, Tenggarong, Kalimantan Timur (Doctoral Dissertation, Universitas Pembangunan Nasional" Veteran" Yogyakarta)*.
- Wijaya, A. R., & Purbasari, D. (2019). *Kinerja Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Overburden Pt. Bumi Merapi Energi*. *Jurnal Pertambangan*, 3(4), 9-17.
- Winarno, E., Inmarlinianto, I., & Suretno, A. (2018). *Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara di PT Mandiri Intiperkasa, Kalimantan Utara*. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 4(2), 144-153.

## LAMPIRAN A

## Jam Kerja

Jam kerja merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam kegiatan penambangan untuk mencapai target produktivitas, sebab pemanfaatan jam kerja yang efisien akan menghasilkan waktu produktivitas yang maksimal. Pada kegiatan penambangan di PT. Citra Silika Mallowa dalam sehari terdapat 1 *shift* jam kerja dengan waktu kerja yaitu 8 jam kerja (480 menit) dan terdapat 30 hari kerja dalam sebulan.

Tabel. Pembagian Jam Kerja Harian

No.	Kegiatan	Waktu	Total Waktu (menit)
1	Persiapan dan Berangkat ke Pit	07.00 – 08.00	60
2	Kerja Produktif 1	08.00 – 12.00	240
3	Isirahat	12.00 – 13.00	60
4	Kerja Produktif 2	13.00 – 17.00	240
Total Waktu Keseluruhan			600
Total waktu kerja produktif			480

## LAMPIRAN B

## Gambar Alat Muat Dan Alat Angkut

### 1. Excavator Komatsu Pc 210



### 2. Dump Truck Izusu



### 2. Pemuatan





## **LAMPIRAN C**

### **Tabel Data Cycle Time**

1. Data cycle time Excavator tipe Komat'su PC 210

No	Waktu (detik)			
	<i>Digging Time</i>	<i>Swing Loading Time</i>	<i>Dumping Time</i>	<i>Swing Empty Time</i>
1	6.78	5.29	5.67	2.49
2	5.01	4.69	5.79	2.17
3	4.79	3.45	3.8	2.73
4	8.74	5.92	4.28	4.12
5	7.78	4.21	5.82	3.91
6	5.97	5.92	3.9	4.58
7	4.79	6.42	3.19	5.22
8	8.55	5.51	5.54	4.84
9	6.02	6.59	5.84	4.52
10	4.24	6.63	2.38	2.83
11	7.79	5.43	2.05	2.82
12	7.02	3.7	2.77	2.87
13	6.94	4.6	3.18	5.98
14	4.14	5.46	4.62	2.86
15	5.67	5.01	5.13	3.21
16	5.88	6.63	4.05	2.13
17	4.98	6.56	3.4	3.28
18	7.12	4.38	3.57	5.3
19	8.37	4.59	4.93	2.11
20	9	4.9	3.47	3.08
21	6.78	6.98	4.3	4.67
22	5.48	6.08	3.3	4.56
23	8.97	5.35	2.32	2.2
24	5.42	5.87	4.84	4.6
25	7.07	4.32	2.84	4.75
26	6.98	5.1	2.35	4.4
27	7.84	3.17	2.7	6.17
28	4.07	6.5	2.03	4.9
29	8.13	3.06	4.86	3.67
30	6.26	3.67	2.18	2.51
31	7.61	4.84	2.38	2.16
32	4.08	6.39	5.86	3.35
33	7.3	6.07	5.02	3.38
34	8.18	3.16	3.71	4.03
35	8.79	6.98	4.44	2.17
36	6.44	6.07	4.5	6.64
37	4.94	4.45	3.1	4.24
38	8.25	5.09	5.47	3.34
39	4.88	4.86	5.98	3.58

No	Waktu (detik)			
	<i>Digging Time</i>	<i>Swing Loading Time</i>	<i>Dumping Time</i>	<i>Swing Empty Time</i>
40	5.1	6.91	5.4	5.69
41	4.77	6.73	3.52	5.09
42	8.86	6.67	4.11	2.42
43	4.17	5.77	4.78	2.17
44	6.84	6.78	4.44	6.89
45	5.15	4.38	3.2	4.01
46	5.21	4.94	3.79	4.71
47	4.2	6.9	3.07	3.29
48	5.79	4.98	5.82	4.47
49	6.71	6.28	4.28	3.78
50	6.05	4.68	4.51	4.76
51	8.41	5.85	2.92	3.28
52	8.01	3.72	4.49	5.48
53	7.86	6.56	4.84	4.76
54	8.39	3.52	5.59	6.45
55	5.25	6.99	5.03	6.55
56	8.12	3.14	4.41	5.96
57	4.54	5.68	3.91	2.01
58	7.27	6.31	2.2	6.59
59	7.31	5.32	3.59	5.95
60	5.63	6.18	5.01	3.94
61	8.34	6.08	2.07	2.23
62	4.56	3.08	4.14	4.57
63	4.79	3.18	4.4	3.05
64	5.68	4.2	2.68	2.24
65	7.62	6.89	4.95	6.96
66	4.22	6.66	2.47	2.9
67	8.82	4.73	5.48	4.59
68	4.64	5.51	4.74	3.71
69	4.28	4.14	3.59	3.16
70	8.17	6.61	2.02	4.36
71	8.15	3.9	5.99	3.12
72	7.49	5.27	4.05	3.67
73	4.33	3.56	3.34	3.24
74	4.43	3.33	3.55	3.23
75	6.41	4.28	3.11	6.13
76	5.99	5.23	5.77	2.82
77	8.7	3.12	5.56	5.29
78	4.53	3.64	2.64	5
79	6.41	3.79	4.23	4.44
80	5.37	3.89	2.34	6.51

No	Waktu (detik)			
	<i>Digging Time</i>	<i>Swing Loading Time</i>	<i>Dumping Time</i>	<i>Swing Empty Time</i>
81	8.81	4.62	2.81	2.88
82	5.99	4.81	2.09	5.51
83	5.22	5.74	3.35	3.06
84	5.65	6	3.44	5.34
85	8.02	3.63	3.84	2.46
86	6.88	3.09	2.73	3.21
87	6.06	4.86	3.03	5.59
88	6.6	5.29	5.01	5.37
89	4.87	3.16	2.27	6.64
90	4.33	6.68	5.67	5.03
91	5.56	5.71	2.41	3.13
92	7.59	3.28	3.67	5.76
93	8.17	3.34	4.25	6
94	5.15	7	3.3	4.95
95	4.01	3.19	5.44	4.3
96	8.25	5.09	5.47	3.34
97	4.88	4.86	5.98	3.58
98	5.1	6.91	5.4	5.69
99	4.77	6.73	3.52	5.09
100	8.86	6.67	4.11	2.42

Tabel. Nilai rata-rata cycle time alat muat

No	waktu (detik)			
	<i>Digging Time</i>	<i>Swing Loading Time</i>	<i>Dumping Time</i>	<i>Swing Empty Time</i>
1	6,38	5,13	3,99	4,15

$$CTM = Am + Bm + Cm + Dm$$

$$CTM = 6,38 + 5,13 + 3,99 + 4,15$$

$$= 19,65 \text{ detik}$$

$$= 0,32 \text{ menit}$$

## 2. Cycle Time *Dump Truck* Isuzu

No	Waktu(detik)						
	<i>Manuver Loading</i>	<i>Loading Time</i>	<i>Hauling Time</i>	<i>Manuver Dumping</i>	<i>Dumping Time</i>	<i>Return Time</i>	<i>Cycle Time</i>
1	41.21	125.54	217.16	35.65	52.08	120.32	591.96
2	38.28	120.11	215.27	33.51	53.78	183.53	644.48
3	40.01	122.02	159.16	33.63	38.71	228.65	622.18
4	37.61	154.05	254.63	21.85	24.37	264.19	756.7
5	30.12	134.43	216.21	34.06	29.29	198.41	642.52
6	33.18	149.59	255.32	21.32	30.54	190.41	680.36
7	30.26	138.55	258.42	28.18	24.56	187.05	667.02
8	29.31	136.28	243.38	29.62	21.53	121.61	581.73
9	35.46	152.14	256.09	22.91	22.15	230.41	719.16
10	34.25	109.53	246.22	30.84	20.34	210.61	651.79
11	27.64	160.72	254.85	25.85	22.61	220.12	711.79
12	19.09	99.29	257.36	37.35	19.01	203.83	635.93
13	28.35	155.07	221.42	25.27	30.19	216.57	676.87
14	18.42	146.65	256.76	31.11	22.75	232.5	708.19
15	31.03	145.05	225.18	32.25	25.19	208.31	667.01
16	23.55	131.11	332.42	26.61	12.15	225.07	750.91
17	25.27	137.15	241.71	28.54	17.63	215.95	666.25
18	23.81	172.52	255.15	20.66	20.7	203.23	696.07
19	25.97	135.2	311.11	25.43	19.09	202.04	718.84
20	26.17	120.39	254.25	32.54	29.6	204.24	667.19
21	21.43	200.08	180.55	36.01	27.62	216.21	681.9
22	23.37	159.99	240.41	31.61	32.12	149.13	636.63
23	20.43	143.09	180.52	21.63	30.77	181.42	577.86
24	26.92	131.82	240.16	29.21	26.11	261.81	716.03
25	27.82	154.35	243.13	31.45	28.46	133.13	618.34

Tabel. Nilai rata-rata cycle time alat angkut

NO	Waktu (detik)
----	---------------

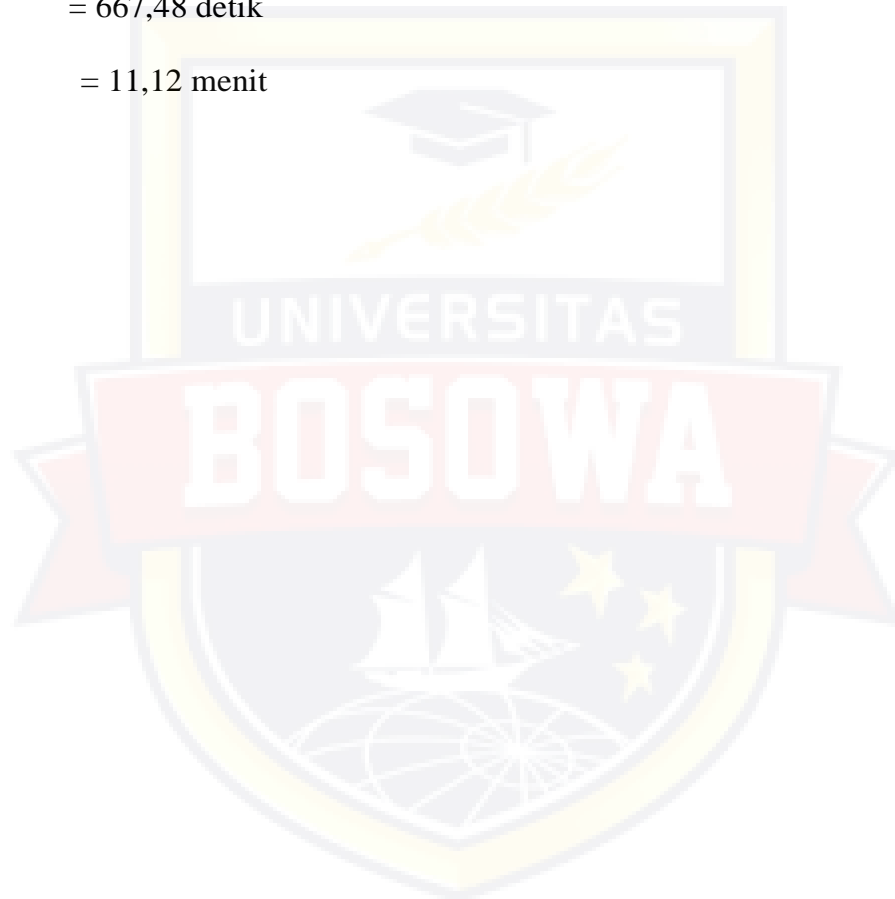
	Loading Time	Hauling Time	Manuver Dumping	Dumping Time	Return Time	Manuver Loading
1	28,78	141,38	240,67	29,08	27,25	200,35

$$CTA = Aa + Ba + Ca + Da + Ea + Fa$$

$$CTA = 28,78 + 141,38 + 240,67 + 29,08 + 27,25 + 200,35$$

$$= 667,48 \text{ detik}$$

$$= 11,12 \text{ menit}$$



## LAMPIRAN D

**Tabel Efisiensi Kerja Alat Muat**

No	Deskripsi	Aktual (menit)	Perbaikan (menit)
1	<b>Waktu Delay</b>		
	Chek alat dan pemanasan alat	15	15
	Pindah penempatan alat ( <i>relocate</i> )	10	10
	Mengisi <i>Fuel</i>	20	0
	<i>Rain</i> dan <i>Slippery</i>	49	49
	<b>Total Waktu Delay (Wd)</b>	94	74
2	<b>Waktu standbay</b>		-
	Mulai pekerjaan, istirahat, akhir kerja	30	10
	Menunggu alat angkut	1	-
	<b>Total waktu Standby (S)</b>	31	10
3	<b>Waktu Repair</b>		
	Perbaikan selama jam operasi	0	0
	<b>Total waktu repair (R)</b>	0	0
5	<b>Waktu hambatan jam kerja</b>	125	84
4	<b>Total waktu kerja (W)</b>	480	480
6	<b>Waktu kerja efektif (We)</b>	355	396

1. Perhitungan Efisiensi Aktual alat muat

Total waktu kerja yang tersedia (W) = 480 menit

Total kehilangan waktu kerja = 125 menit

Waktu kerja efektif (We) = 355 menit

Efisiensi Kerja =  $\frac{\text{Waktu Efektif}}{\text{Waktu Tersedia}} \times 100\%$

Efisiensi Kerja =  $\frac{355 \text{ menit}}{480 \text{ menit}} \times 100\%$

$$= 73\%$$

2. Perhitungan Efisiensi alat muat setelah peningkatan

Total waktu kerja yang tersedia (W) = 480 menit

Total kehilangan waktu kerja = 84 menit

Waktu kerja efektif (We) = 396 menit

Efisiensi Kerja =  $\frac{\text{Waktu Efektif}}{\text{Waktu Tersedia}} \times 100\%$

Efisiensi Kerja =  $\frac{396 \text{ menit}}{480 \text{ menit}} \times 100\%$

$$= 82\%$$

**Tabel Efisiensi Kerja Alat Angkut**

No	Deskripsi	Aktual (menit)	Perbaikan (menit)
<b>1</b>	<b>Waktu Delay</b>		
	Chek alat dan pemanasan alat	5	5
	Pindah penempatan alat	4	4
	Isi bahan bakar	15	0
	Hujan dan licin	49	49
	<b>Total Waktu Delay (Wd)</b>	73	58
<b>2</b>	<b>Waktu standbay</b>		
	Mulai pekerjaan, istirahat, akhir kerja	25	20
	<b>Total waktu Standby (S)</b>	25	20
<b>3</b>	<b>Waktu Repair</b>		
	Perbaikan selama jam operasi	0	0
	<b>Total waktu Repair (R)</b>	0	0
<b>5</b>	<b>Waktu hambatan jam kerja</b>	98	78
<b>4</b>	<b>Total Waktu kerja (W)</b>	480	480



6	<b>Waktu kerja efektif (We)</b>	382	402
---	---------------------------------	-----	-----

1. Perhitungan Efisiensi Aktual alat angkut

Total waktu kerja yang tersedia (W) = 480 menit

Total kehilangan waktu kerja = 98 menit

Waktu kerja efektif (We) = 382 menit

Efisiensi Kerja =  $\frac{\text{Waktu Efektif}}{\text{Waktu Tersedia}} \times 100\%$

Efisiensi Kerja =  $\frac{382 \text{ menit}}{480 \text{ menit}} \times 100\%$   
= 79%

2. Perhitungan Efisiensi alat angkut setelah peningkatan

Total waktu kerja yang tersedia (W) = 480 menit

Total kehilangan waktu kerja = 78 menit

Waktu kerja efektif (We) = 402 menit

Efisiensi Kerja =  $\frac{\text{Waktu Efektif}}{\text{Waktu Tersedia}} \times 100\%$

Efisiensi Kerja =  $\frac{402 \text{ menit}}{480 \text{ menit}} \times 100\%$   
= 83%

**LAMPIRAN E**

**Tabel 5.1 Indikator Swell Factor**

Jenis Material	Bobot Isi (Density)	Swell Factor
Bauksit	2700-4320	0,75
Tanah Liat Kering	2300	0,85
Tanah Liat biasa/basah	2800-3000	0,80-0,82
Antrasit	2200	0,74
Batubara bituminous	1900	0,74
Biji tembaga	3800	0,74
Tanah biasa kering	2800	0,85
Tanah biasa basah	3370	0,85
Tanah biasa bercampur pasir dan Kerikil	3100	0,9
Kerikil kering	3250	0,89
Kerikil basah	3600	0,88
Granit pecah-pecah	4500	0,67-0,56
Hermatit pecah-pecah	6500-8700	0,45
biji besi pecah-pecah	3600-5500	0,45
Batu kapur pecah-pecah	2500-4200	0,67-0,59
Lumpur	2160-2970	0,83
Lumpur sudah ditekan	2970-3510	0,83

Sumber : Prodjosumarto. P, 1993

## LAMPIRAN F

**Tabel 5.2 Fill Factor**

NO	CTM (detik)	Kapasitas Bucket (m3)	Bucket fill factor (%)
1	6.78	1.2	95
2	5.01	1.2	95
3	4.79	1.2	95
4	8.74	1.2	90
5	7.78	1.2	95
6	5.97	1.2	80
7	4.79	1.2	90
8	8.55	1.2	90
9	6.02	1.2	95
10	4.24	1.2	95
11	7.79	1.2	95
12	7.02	1.2	95
13	6.94	1.2	90
14	4.14	1.2	90
15	5.67	1.2	85
16	5.88	1.2	85
17	4.98	1.2	90
18	7.12	1.2	90
19	8.37	1.2	95
20	9	1.2	95
21	6.78	1.2	95
22	5.48	1.2	95
23	8.97	1.2	90
24	5.42	1.2	85
25	7.07	1.2	90
26	6.98	1.2	90
27	7.84	1.2	95
28	4.07	1.2	95
29	8.13	1.2	95
30	6.26	1.2	95
31	7.61	1.2	80
32	4.08	1.2	80
33	7.3	1.2	85
34	8.18	1.2	90
35	8.79	1.2	90
36	6.44	1.2	85

NO	CTM (detik)	Kapasitas Bucket (m3)	Bucket fill factor (%)
37	4.94	1.2	90
38	8.25	1.2	95
39	4.88	1.2	95
40	5.1	1.2	80
41	4.77	1.2	85
42	8.86	1.2	90
43	4.17	1.2	90
44	6.84	1.2	95
45	5.15	1.2	95
46	5.21	1.2	95
47	4.2	1.2	95
48	5.79	1.2	90
49	6.71	1.2	80
50	6.05	1.2	95
51	8.41	1.2	95
52	8.01	1.2	95
53	7.86	1.2	95
54	8.39	1.2	85
55	5.25	1.2	80
56	8.12	1.2	85
57	4.54	1.2	85
58	7.27	1.2	90
59	7.31	1.2	90
60	5.63	1.2	90
61	8.34	1.2	95
62	4.56	1.2	95
63	4.79	1.2	90
64	5.68	1.2	90
65	7.62	1.2	90
66	4.22	1.2	85
67	8.82	1.2	95
68	4.64	1.2	95
69	4.28	1.2	95
70	8.17	1.2	95
71	8.15	1.2	90
72	7.49	1.2	90

NO	CTM (detik)	Kapasitas Bucket (m3)	Bucket fill factor (%)
73	4.33	1.2	95
74	4.43	1.2	90
75	6.41	1.2	85
76	5.99	1.2	80
77	8.7	1.2	95
78	4.53	1.2	95
79	6.41	1.2	95
80	5.37	1.2	85
81	8.81	1.2	90
82	5.99	1.2	90
83	5.22	1.2	90
84	5.65	1.2	95
85	8.02	1.2	95
86	6.88	1.2	95
87	6.06	1.2	90
88	6.6	1.2	95
89	4.87	1.2	85
90	4.33	1.2	90
91	5.56	1.2	95
92	7.59	1.2	95
93	8.17	1.2	90
94	5.15	1.2	90
95	4.01	1.2	90
96	8.25	1.2	85
97	4.88	1.2	95
98	5.1	1.2	95
99	4.77	1.2	90
100	8.86	1.2	90
Rata-Rata	6.38	1.2	90

## LAMPIRAN G

### Perhitungan Produksi Alat

## 1. Produktivitas Aktual Alat Muat

Dik	: Kapasitas <i>Bucket</i>	= 1,2 m <sup>3</sup>
	Fill Factor	= 90% = 0,90
	Efisiensi Kerja	= 73% = 0,73
	Swell Factor	= 0,85
	<i>Cycle Time</i>	= 0,32 menit

Dit : Produktivitas (mt)...?

$$P = \frac{\text{EFF} \times \text{KB} \times \text{SF} \times \text{FF} \times 60 \text{ menit/jam}}{Ct}$$

$$P = \frac{0,73 \times 1,2 \times 0,85 \times 0,90 \times 60}{0,32}$$

$$P = 125,65 \text{ bcm/jam}$$

Jadi, kemampuan produksi alat muat yang digunakan sebesar 125,65 bcm/jam

## 2. Produktivitas Alat Angkut Setelah Peningkatan

Dik	: Kapasitas <i>Bucket</i>	= 1,2 m <sup>3</sup>
	Fill Factor	= 90% = 0,90
	Efisiensi Kerja	= 82% = 0,82
	Swell Factor	= 0,85
	<i>Cycle Time</i>	= 0,32 menit

Dit : Produktivitas (mt)...?

$$P = \frac{\text{EFF} \times \text{KB} \times \text{SF} \times \text{FF} \times 60 \text{ menit/jam}}{Ct}$$

$$P = \frac{0,82 \times 1,2 \times 0,85 \times 0,90 \times 60}{0,32}$$

$$P = 141,14 \text{ bcm/jam}$$

Jadi, kemampuan produksi alat muat yang digunakan sebesar 141,14 bcm/jam

### 3. Produktivitas aktual alat angkut

Dik	: Kapasitas <i>Bucket</i>	= 1,2 m <sup>3</sup>
	Fill Faktor	= 90% = 0,90
	Efisiensi Kerja	= 79% = 0,79
	<i>Swell factor</i>	= 0,85
	<i>Cycle Time</i>	= 11,12 menit
	Jumlah <i>bucket</i> (n)	= 8 kali pengisian

Dit Produktivitas ...?

$$P = \frac{n(\text{EFF} \times \text{KB} \times \text{SF} \times \text{FF} \times 60 \text{ menit jam})}{ct}$$

$$P = \frac{8 \times 0,79 \times 1,2 \times 0,85 \times 0,90 \times 60}{11,12}$$

$$P = 31,30 \text{ bcm/jam}$$

Jadi, kemampuan produksi alat angkut yang digunakan sebesar 31,30 bcm/jam

### 4. Produktivitas Alat Angkut Setelah Peningkatan

Dik	: Kapasitas <i>Bucket</i>	= 1,2 m <sup>3</sup>
	Fill Faktor	= 90% = 0,90
	Efisiensi Kerja	= 83% = 0,83

<i>Swell factor</i>	= 0.85
<i>Cycle Time</i>	= 11,12 menit
Jumlah <i>bucket</i> (n)	= 8 kali pengisian

Dit Produktivitas ...?

$$P = \frac{n(\text{EFF} \times \text{KB} \times \text{SF} \times \text{FF} \times 60 \text{ menit jam})}{ct}$$

$$P = \frac{8 \times 83 \times 1,2 \times 0,85 \times 0,90 \times 60}{11,12}$$

$$P = 32,88 \text{ bcm/jam}$$

Jadi, kemampuan produksi alat angkut yang digunakan sebesar 32,88 bcm/jam

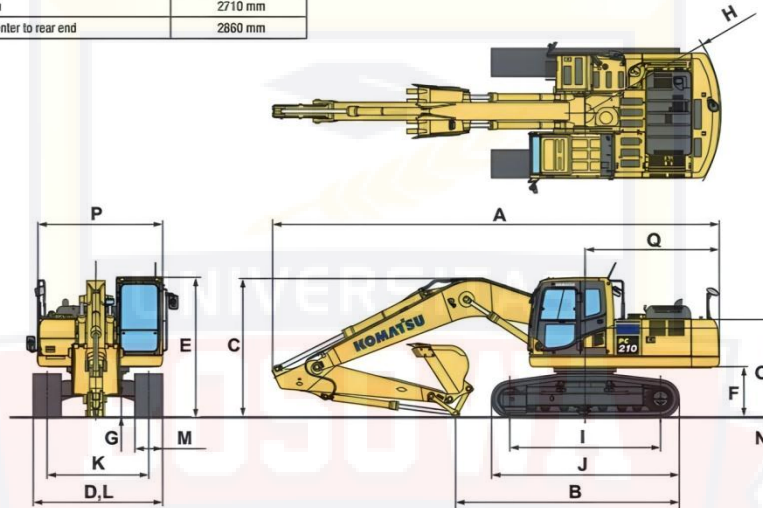
## LAMPIRAN H

### Spesifikasi Alat

1. Excavator tipe Komat'su PC 210



Model	PC210 -10M0
Arm Length	2925 mm
A Overall length	9550 mm
B Length on ground	4825 mm
C Overall height (To top of boom)	3005 mm
D Overall width	2800 mm
E Overall height (To top of cab)	3045 mm
F Ground clearance, counterweight	1085 mm
G Ground clearance (Minimum)	440 mm
H Tail swing radius	2900 mm
I Track length on ground	3275 mm
J Track length	4070 mm
K Track gauge	2200 mm
L Width of crawler	2800 mm
M Shoe width	800 mm
N Grouser height	26 mm
O Machine cab height	2095 mm
P Machine cab width	2710 mm
Q Distance, swing center to rear end	2860 mm



**BACKHOE BUCKET, ARM, AND BOOM COMBINATION**

Me Bucket Capacity (heaped)		Width		Weight	Number of Teeth	Arm Length 2925 mm
SAE, PCSA	CECE	Without Side Shroud	With Side Shroud	With Side Shroud		
1.0 m <sup>3</sup>	0.8 m <sup>3</sup>	1165 mm	1222 mm	736.50 kg	5	○
1.2 m <sup>3</sup>	1.02 m <sup>3</sup>	1200 mm	1267 mm	815.50 kg	5	○

2. Dumptruck Isuzu



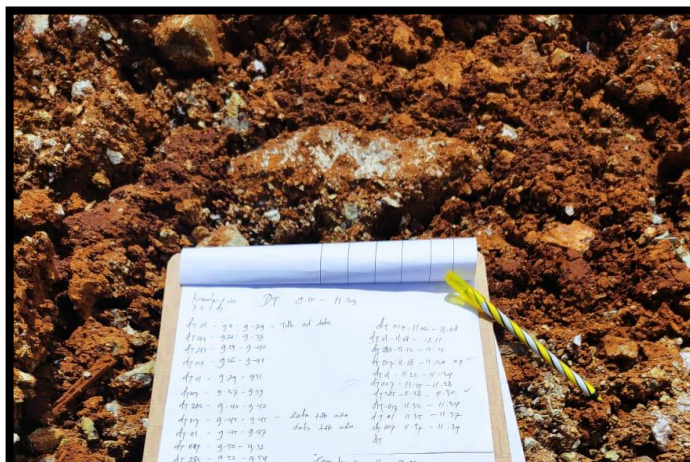
DIMENSION		FVZ 34 N HP 6.1 (N)	FVZ 34 U HP (N)	FVZ 34 L HP MX (N)
Over all Length (OAL)	mm	8.650	11.945	7.560
Over all Width (OW)	mm	2.485	2.485	2.485
Over all Height (OH)	mm	2.975	2.975	2.965
Wheel Base (WB1+WB2)	mm	4.115+1.370	5.825+1.370	3.565+1.370
Front Over Hang (FOH)	mm	1.250	1.250	1.250
Rear Over Hang (ROH)	mm	1.915	3.500	1.375
Cabin to end (CE)	mm	6.545	9.840	5.460
Min. Clearance (HH)	mm	285	285	275
Chassis width	mm	870x305x7.8	870x305x7.8	870x305x7.8
Tread	Front (AW)	mm	2.060	2.060
	Rear (CW)	mm	1.850	1.850
WEIGHT				
Vehicle Mass	Total	Kg	7.430	8.070
Gross Vehicle Mass (GVW)		Kg	26.000	26.000
ENGINE				
Engine Model		6HK1 TCS	6HK1-TCS	6HK1 TCS
Type		6Cyl, OHC, Dir In	6Cyl, OHC, Dir Inj	6Cyl, OHC, Dir In
Bore and Stroke	mm	115x125	115x125	115x125
Piston Displacement	cc	7.790	7.790	7.790
Max. Output	PS/rpm	285/2400	285/2400	285/2400
Max. Torque	Kgm/rpm	90/1450-2400	90/1450-2400	90/1450-2400
CLUTCH DIAMETER	mm	380	380	380
TRANSMISSION				
Transmission Model/ Brand		ES11109DD	ES11109DD	ES11109DD
Transmission Operational Type		Double H	Double H	Double H
	Low	12.638	12.638	12.638
	1st	8.807	8.807	8.807
	2nd	6.550	6.550	6.550
Gear Ratio	3rd	4.768	4.768	4.768
	4th	3.548	3.548	3.548
	5th	2.482	2.482	2.482
	6th	1.846	1.846	1.846
	7th	1.344	1.344	1.344
	8th	1.000	1.000	1.000
	9th			
	Rev.	13.210	13.210	13.210
Final Gear Ratio	to 1	6.143 / 6.428 (opt.)	6.143	6.143
AXLE				
Capacity Rear Axle	Kg	20,000	20,000	20,000
Capacity Front Axle	Kg	6,000	6,000	6,000
BRAKE				
Type		Full Air	Full Air	Full Air
TYRE				
Front		Single 11.00-20-16PR	Single 11.00-20-16PR	Single 11.00-20-16PR
Rear		Double 11.00-20-16PR	Double 11.00-20-16PR	Double 11.00-20-16PR
Type		Rib Lug	Rib Lug	Rib Lug
Disk Wheel Size		10STUD 20X7.50T	10STUD 20X7.50T	10STUD 20X7.50T
OTHERS				
Fuel Tank Capacity	Liter	200	200	200
Min. Turning Radius	m	8.4	10.8	7.605
Max. Gradeability	%	45	45	45
Max. Speed	Km/h	83	83	83
Emission		Euro 2	Euro 2	Euro 2
Body Color		White	White	White
Cabin Suspension Type		Solid Rubber	Solid Rubber	Solid Rubber
Underguard & Seat Suspension		Yes	Yes	Yes
Warranty		1 Year/ 100.000 Km	1 Year/ 100.000 Km	1 Year/ 100.000 Km
Alternator	V-A	24-60	24-60	24-60



Gambar 5.1 Front penambangan (Dokumentasi Lapangan)



Gambar 5.2 pengambilan Fill Factor (Dokumentasi Lapangan)





Gambar 5.3 Pengambilan Data (Dokumentasi lapangan)

