

TUGAS AKHIR

**EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT
EXCAVATOR KOMATSU PC 1250 DAN ALAT ANGKUT *HD*
KOMATSU 785 DI PIT PE PT PRIAMANAYA ENERGI
LAHAT SUMATERA SELATAN**



**OSI KESTRI HANUMSI
2022310007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH**

2025

TUGAS AKHIR

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT EXCAVATOR KOMATSU PC 1250 DAN ALAT ANGKUT *HD* KOMATSU 785 DI PIT PE PT PRIAMANAYA ENERGI LAHAT SUMATERA SELATAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih**



OSI KESTRI HANUMSI

2022310007

Dosen Pembimbing:

Ridho Yovanda, S.T., M.T.

Syelly Eka Permatasari, S.Pd., M.Pd.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2025

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT EXCAVATOR KOMATSU PC 1250 DAN ALAT ANGKUT HD KOMATSU 785 DI PIT PE PT PRIAMANAYA ENERGI LAHAT SUMATERA SELATAN

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih**

Oleh:

OSI KESTRI HANUMSI

2022310007

Pembimbing I



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

**Prabumulih, 17 Juni 2025
Pembimbing II**



Selly Elza Permatasari, S.Fd., M.Pd.
NIDN. 0214069201

**Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan**



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi produktivitas Alat Gali Muat Excavator Komatsu PC 1250 dan Alat Angkut HD Komatsu 783 di Pit PE PT Priamanaya Energi" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari Selasa Tanggal 17 Juni 2025, dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir.

Prabumulih, 17 Juni 2025

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

Ketua:

1. Ahmad Husni, S.T., M.T.
NIDN. 0206106903

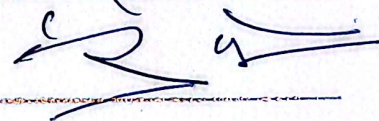


Anggota :

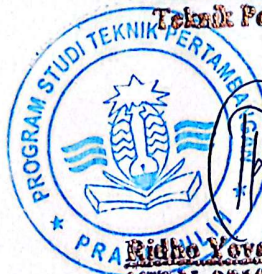
2. Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302



3. Aris Susilo, S.T., M.T.
NIDN. 0212067701



Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Osi Kestri Hanumsi

Nim : 2022310007

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 1250 dan Alat Angkut *HD* Komatsu 785 di Pit PE PT Priamanaya Energi Lahat Sumatera Selatan.

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Prabumulih sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Prabumulih, 17 Juni 2025
Yang Bersangkutan,



Osi Kestri Hanumsi
2022310007

ABSTRAK

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT EXCAVATOR KOMATSU PC 1250 DAN ALAT ANGKUT *HD* KOMATSU 785 DI PIT PE PT PRIAMANAYA ENERGI LAHAT SUMATERA SELATAN

Osi Kestri Hanumsi, 2022310007, 2022

Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih

Xiii + 71 Halaman, 5 Tabel, 25 Gambar, 7 Lampiran

PT Priamanaya Energi pada operasi penambangan batubara terdapat beberapa jenis lapisan tanah yang harus dibongkar, lapisan pertama yaitu *top soil* dan *sub soil*, lapisan kedua pasir dan *overburden*; dan lapisan terakhir adalah batubara. Pada salah satu aktivitas pengupasan *overburden* yang dilakukan PT Priamanaya Energi yaitu *land clearing*, pengupasan *top soil*, pengupasan *overburden*, penimbunan dan perataan pada disposal. Penelitian ini mengamati satu *front* penambangan tepatnya pada Pit PE yang dikontraktor oleh Kalimantan Prima Persada (KPP) di *Low wall* di PT Priamanaya Energi dengan kombinasi 1 alat gali muat excavator Komatsu PC 1250 dan 4 unit alat angkut *HD* Komatsu 785. Alat gali muat dan alat angkut yang digunakan pada pengupasan *overburden* adalah Excavator Komatsu PC 1250 dan *HD* Komatsu 785. Berdasarkan hasil dari penelitian penulis dapat disimpulkan hasil evaluasi dan perhitungan produktivitas pada excavator Komatsu PC 1250 adalah 575,51 Bcm/jam telah mencapai target sesuai plan *productivity* yang telah direncanakan oleh KPP yaitu 570 Bcm/jam sedangkan perhitungan *productivity HD* Komatsu 785 adalah 112,98 Bcm/jam dengan jarak 2800 m belum mencapai target berdasarkan plan KPP yang telah direncanakan yaitu sebesar 170 Bcm/jam. Faktor-faktor penghambat tidak tercapainya produktivitas alat yaitu yang pertama area *front* penambangan yang sedikit licin dan terdapat banyak spoil, kedua jalan sudah cukup baik dengan lebar 25 m tetapi pada saat hujan jalan menjadi licin dan berlumpur sedangkan ketika cuaca panas jalan menjadi kering dan berdebu, yang terakhir metode yang digunakan alat muat-angkut yaitu metode *top loading*.

Kata Kunci : Pengupasan *overburden*, excavator, *hauvy duty*, *cycle time*, produktivitas
Kepustakaan : 9 (2020-2024)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 1250 dan Alat Angkut *HD* Komatsu 785 di PIT PE PT Priamanaya Energi Lahat Sumatera selatan” Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi D3 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si. selaku Rektor Universitas Prabumulih.
2. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, sekaligus Dosen Pembimbing 1
4. Ibu Syelly Eka Permatasari, S.Pd., M.Pd sebagai Pembimbing II
5. Bapak/Ibu sebagai Tim Penguji
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Bapak Imam Syaifudin selaku Kepala Teknik Tambang PT. Priamanaya Energi yang mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian.
9. Bapak Noprendika selaku Kepala Teknik Tambang PT. Asta Maharanita yang mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian.
10. Bapak Hari Vantino, Bapak Daniel selaku Pembimbing Lapangan pada Penelitian.
11. Bapak Akhramdani, Bapak Felik, Bapak Andre, Bapak Wahyu, Bapak Ridho dan seluruh staff karyawan PT Priamanaya Group yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang menyambut penulis dengan senang hati dan membantu penulis dari pengambilan data sampai berakhirnya penelitian.
12. Kedua orang tua penulis bapak Asman Sapari dan ibu saya Nasmi Holai yang saya banggakan dan saya sayangi, terima kasih selama ini telah merawat dan

membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan penuh pengorbanan agar saya tumbuh dan mendapatkan pencapaian sampai saat ini, yang selalu memberikan semangat serta mendoakan saya agar selalu sukses. Kesuksesan dan segala hal baik untuk kedepannya akan penulis dapatkan karena untuk kalian berdua.

13. Keluarga besar saya yang saya sayangi namun, tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, trimakasih karena selalu mendukung dan mendoakan saya sampai di titik sekarang.
14. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2022 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 17 Juni 2025

Osi Kestri Hanumsi
2022310007

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS ...	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Alokasi Penelitian.....	3
1.6 Tahapan Penelitian.....	3
1.7 Instrumen Penelitian	4
1.8 Bagan Alir Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN UMUM	6
2.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	6
2.2 Struktur Organisasi	7
2.3 Lokasi Kesampaian Daerah	10
2.4 Iklim dan Curah Hujan	10
2.5 Keadaan Geologi dan Stratigrafi	11
2.6 Kegiatan dan Aktivitas Penambangan	14
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	17
3.1 Lapisan Tanah Penutup (<i>Overburden</i>).....	17
3.2 Jenis-Jenis Alat Gali Muat dan Alat Angkut	18
3.3 Aktivitas Pemindahan Tanah Mekanis	20
3.4 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Gali Angkut	24
3.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat.....	25

	Halaman
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Aktivitas Pengupasan <i>Overburden</i>	28
4.1.1 Pengupasan <i>Overburden</i>	28
4.1.2 Penimpunan dan Peralatan di area disposal	29
4.2 Menghitung Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	31
4.2.1 <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 1250	31
4.2.2 <i>Cycle Time HD</i> Komatsu 785	32
4.2.3 Efisiensi Kerja	33
4.2.4 Faktor Pengisian Bucket (<i>Bucket Fill Faktor</i>)	34
4.2.5 Faktor Pengembang Material (<i>Swell Faktor</i>)	35
4.2.6 Perhitungan Produktivitas Aktual <i>Excavator</i> Komatsu 1250	36
4.2.7 Perhitungan Produktivitas <i>HD</i> Komatsu 785	36
4.3 Mengevaluasi Kerasian Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut ...	37
4.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas	38
4.4.1 Kondisi <i>Front</i> Penambangan	38
4.4.2 Kondisi Jalan Angkut	39
4.4.3 Pola Pemuatan	40
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian.....	5
Gambar 2.1 Peta Topografi PT Priamanaya Energi.....	6
Gambar 2.2 Peta IUP PT Priamanaya Energi.....	7
Gambar 2.3 Struktur Organisasi <i>Technical Services</i>	7
Gambar 2.4 Struktur Organisasi <i>Purcsing, warehouse, dan Fuel dapartemen</i>	8
Gambar 2.5 Struktur Organisasi <i>Healty Safety Environment</i>	8
Gambar 2.6 Struktur Organisasi Produksi.....	9
Gambar 2.7 Peta Kesampaian Daerah.....	10
Gambar 2.8 Peta Geologi.....	11
Gambar 2.9 Batas dan Letak Cekungan Sumsel.....	12
Gambar 3.1 <i>Overburden</i>	17
Gambar 3.2 Alat Gali Muat <i>Excavator</i> Komatsu PC 1250.....	18
Gambar 3.3 Alat Angkut <i>HD</i> Komatsu 785.....	20
Gambar 4.1 Pengupasan dan Pemuatan <i>Overburden</i>	28
Gambar 4.2 <i>Dozzer Ripper</i> Komatsu D375A.....	29
Gambar 4.3 Area Disposal.....	29
Gambar 4.4 <i>Dozzer</i> Komatsu D155A-8.....	30
Gambar 4.5 Motor <i>Glader</i> Komatsu 825A-8.....	31
Gambar 4.6 Ilustrasi <i>Fill Faktor</i>	35
Gambar 4.7 Kondisi <i>Front</i> Penambangan OB.....	38
Gambar 4.8 Kondisi Jalan Setelah Hujan.....	39
Gambar 4.9 Kondisi Jalan Ketika Kering.....	39
Gambar 4.10 <i>Watter Truck</i> (<i>Truck</i> Penyiram Jalan).....	40
Gambar 4.11 Metode <i>Top Loading</i>	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Rata-Rata Waktu Edar <i>Excavator</i> Komatsu 1250.....	32
Tabel 4.2 Rata-Rata Waktu Edar <i>HD</i> Komatsu 785.....	33
Tabel 4.3 Jadwal Kerja Shift Produksi.....	33
Tabel 4.4 Hambatan Kerja.....	34
Tabel 4.5 Jenis-Jenis Material OB.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 1250.....	44
Lampiran B <i>Cycle Time HD</i> Komatsu 785.....	48
Lampiran C Peta Jarak <i>Front</i> Penambangan sampai ke Disposal.....	54
Lampiran D Data Parameter Curah Hujan.....	55
Lampiran E Spesifikasi Alat Gali Muat <i>Excavator</i> Komatsu PC 1250.....	56
Lampiran F Spesifikasi Alat Angkut <i>HD</i> Komatsu 785.....	57
Lampiran G <i>Plant Produktivity Digger</i> dan <i>Hauler</i>	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Priamanaya Energi merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara, yang dalam kegiatan operasionalnya menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining*). Metode ini adalah sistem penambangan yang seluruh aktivitasnya dilakukan di permukaan atau dekat dengan permukaan bumi, di mana area kerja langsung berhubungan dengan udara bebas. Sistem ini dinilai efektif untuk menunjang target produksi yang telah ditetapkan perusahaan.

Kegiatan penambangan batubara, terdapat beberapa jenis lapisan tanah penutup yang harus diperhatikan sebelum batubara dapat dieksploitasi, yakni *top soil*, *sub soil*, pasir, *overburden*, dan lapisan terakhir yaitu batubara. *Overburden* merupakan seluruh lapisan tanah atau batuan yang menutupi batubara dan harus disingkirkan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses penggalian batubara. Pengupasan lapisan tanah penutup ini umumnya dilakukan oleh kontraktor menggunakan peralatan mekanis, seperti alat gali muat *Excavator* dan alat angkut *Heavy Duty* (HD).

Proses pengupasan dimulai dari penggalian di *front* hingga pengangkutan material ke area *disposal*. Efektivitas proses ini sangat bergantung pada produktivitas alat berat yang digunakan (Oemiati et al., 2020: 194). Namun, hingga saat ini kemampuan produksi alat mekanis masih tergolong rendah akibat terbatasnya waktu kerja efektif. Kondisi ini umumnya dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu panjangnya waktu siklus kerja dan adanya hambatan selama jam kerja, yang secara langsung menurunkan efisiensi kerja alat.

Melihat pentingnya peran peralatan mekanis dalam kegiatan penambangan, maka diperlukan upaya peningkatan kinerja alat gali muat dan alat angkut agar target produksi dapat tercapai. Oleh karena itu, penulis merasa perlu melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 1250 dan Alat Angkut *HD* Komatsu 785 pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* di Pit PE PT Priamanaya Energi Lahat Sumsel.”

1.2 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini hanya membahas tentang Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 1250 dan Alat Angkut *HD* Komatsu 785 pada kegiatan pengupasan *overburden* di Pit PE PT Priamanaya Energi Lahat Sumatera Selatan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui aktivitas pengupasan *overburden* di PT Priamanaya Energi
2. Mengevaluasi produktivitas alat gali muat *excavator* Komatsu PC 1250 dan alat angkut *HD* komatsu 785
3. Mengevaluasi keserasian alat gali muat *excavator* Komatsu PC 1250 dan alat angkut *HD* Komatsu 785
4. Mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pada alat *excavator* Komatsu PC 1250 dan *HD* Komatsu 785

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan pemahaman kita dalam produktivitas alat *excavator* Komatsu PC 1250 dan *HD* Komatsu 785 di PT Priamanaya Energi. Melalui penelitian juga diharapkan informasi dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Ada beberapa manfaat penelitian pada penulisan ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang teknik pertambangan, khususnya dalam hal evaluasi kinerja dan produktivitas alat berat pada kegiatan pengupasan *overburden*. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi referensi atau dasar bagi penelitian selanjutnya yang membahas efesiensi dan efektivitas penggunaan alat gali muat dan alat angkut di tambang terbuka.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memberikan informasi nyata terkait produktivitas *Excavator* Komatsu PC 1250 dan *HD* Komatsu 785 yang dapat dimanfaatkan oleh perusahaan untuk mengidentifikasi hambatan *operasional* serta meningkatkan

fisiensi kerja alat. Selain itu, juga berguna bagi peneliti dan praktisi pertambangan sebagai acuan dalam upaya optimalisasi alat berat guna menunjang target produksi *overburden*.

1.5 Alokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan, khususnya pada Pit PE PT Priamanaya Energi. Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan, dari tanggal 14 April - 14 Mei.

1.6 Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *deskriptif kuantitatif*. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya:

1. Observasi Lapangan

Observasi Lapangan adalah kegiatan berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari *observasi* lapangan untuk mengumpulkan data terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data yang diambil yaitu berupa data *primer* dan data *sekunder*.

2. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan bertujuan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Tujuan yang ingin dicapai berkaitan dengan jenis alat yang digunakan dan korelasi yang terjadi pada perusahaan data yang diambil pada saat rencana penelitian dapat dikelompokkan menjadi data *primer* dan data *sekunder* sebagai berikut.

- a. Data *Primer* yaitu data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan, dan pengukuran langsung di lapangan. Data yang diambil antara lain:
 1. Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat dan alat angkut.
 2. Faktor-faktor penghambat kinerja alat muat dan alat angkut.
- b. Data *sekunder* adalah data yang dikumpulkan berdasarkan literatur dari berbagai referensi seperti:
 1. Peta lokasi
 2. Peta *topografi*
 3. Peta IUP (Izin Usaha Pertambangan)
 4. Data curah hujan

4. Data spesifikasi alat gali muat dan alat angkut
5. Jarak angkut *front* penambangan *Overburden* ke Disposal
3. Pengumpulan dan Pengolahan Data Teknik pengumpulan data dilakukan dengan tiga cara yaitu sebagai berikut:
 - a. Daftar pustaka, yaitu dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan membaca buku *literatur* yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas dalam penelitian sehingga dapat digunakan sebagai landasan dalam pemecahan masalah.
 - b. Studi lapangan, yaitu mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan.
 - c. Dokumentasi, yaitu proses pengumpulan, penyimpanan, dan pengelolaan informasi, tentang suatu proyek, sistem, atau proses dalam bentuk tertulis atau digital untuk tujuan referensi, komunikasi dan pengarsipan..
4. Analisis Hasil Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan dari hasil pengamatan selama berada di lapangan akan dilakukan pengolahan data berupa perhitungan dengan menggunakan persamaan (rumus-rumus) yang terkait.
5. Kesimpulan

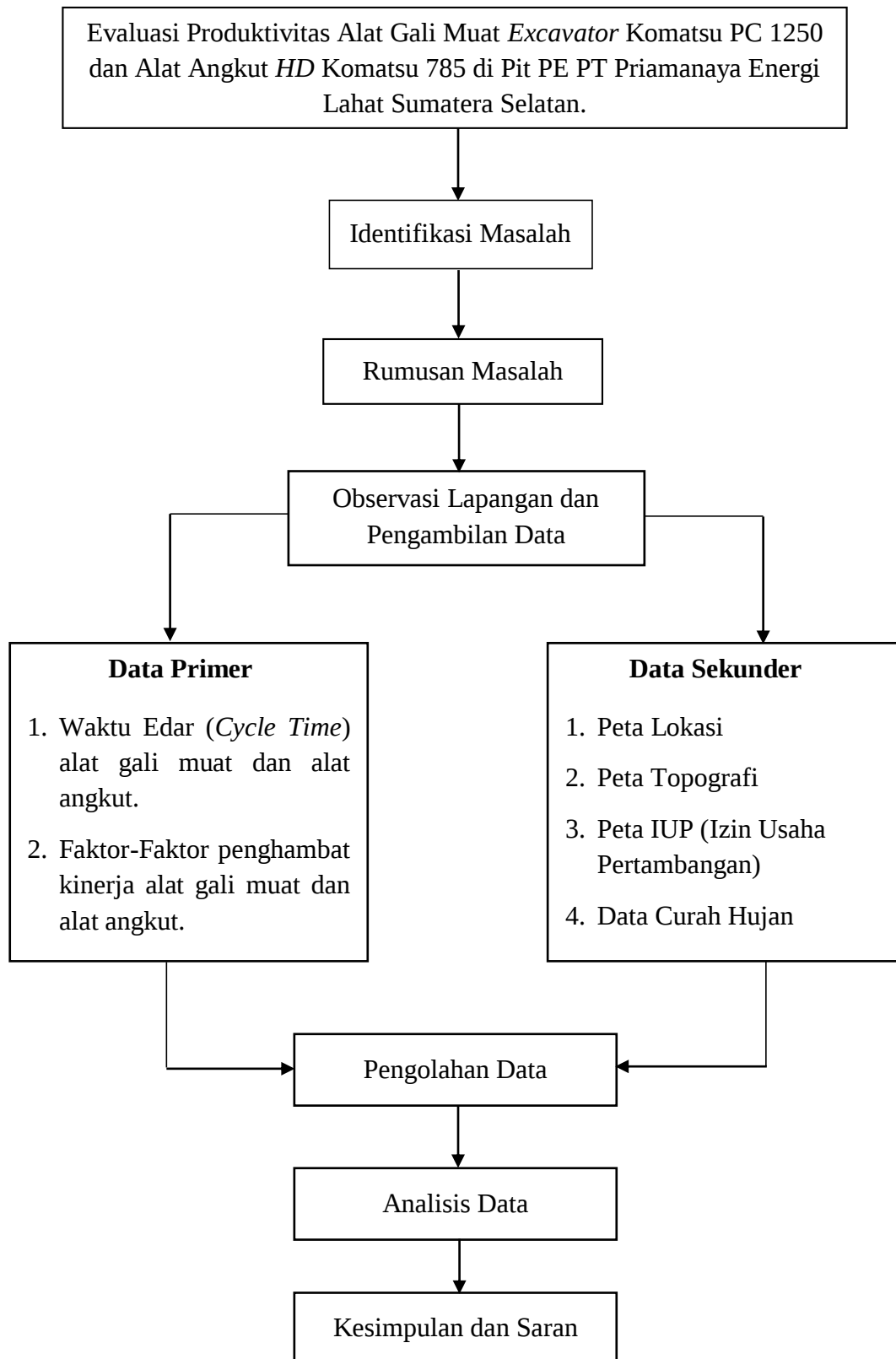
Dilakukan dengan tujuan agar dapat memperoleh kesimpulan sementara, setelah dilakukan semua proses tahapan pengolahan data lebih lanjut maka akan mendapatkan hasil akhir dari penelitian.

1.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data penelitian. Pada penelitian ini adalah menggunakan *stopwatch* dan tabel *cycle time* untuk melakukan perhitungan waktu siklus pada alat.

1.8 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dari kegiatan penelitian yang dilakukan dengan tahapan dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

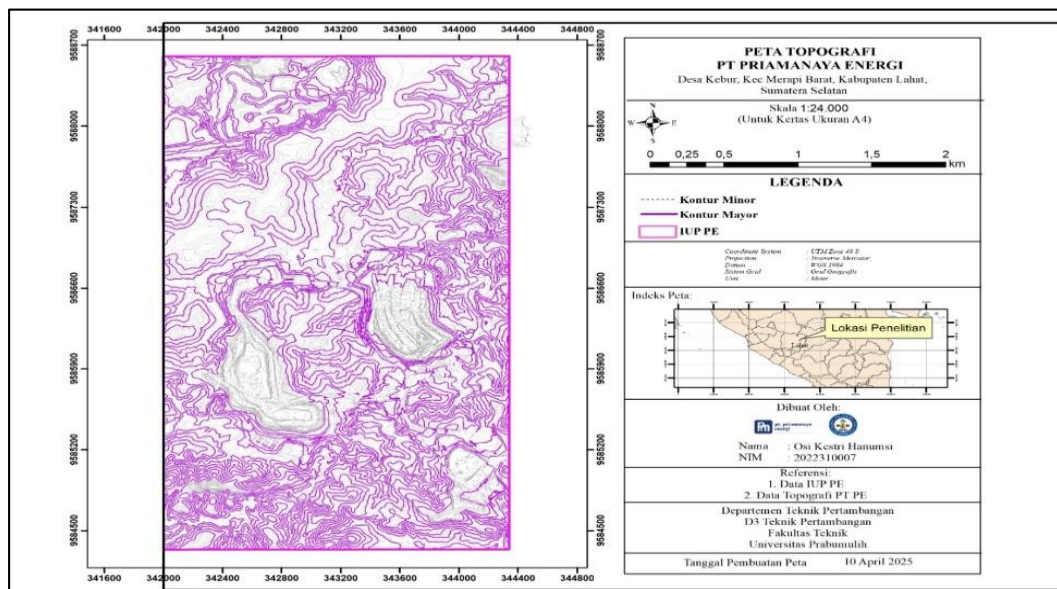
Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Sejarah Singkat Perusahaan

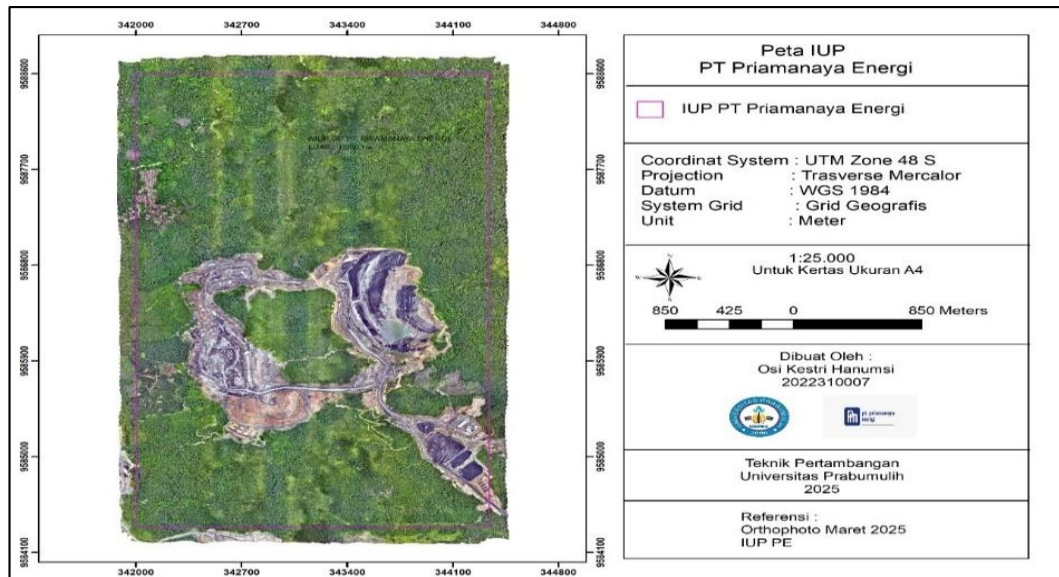
PT Priamanaya Energi merupakan pemegang kuasa pertambangan nomor 540/446/KEP/PERTAMBEN/2007. Wilayah KP ini berada di daerah Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Sehubungan dengan berakhirnya kegiatan eksplorasi di sebagian wilayah konsesi ini dan ditemukannya cadangan batubara yang ekonomis untuk ditambang maka PT Priamanaya Energi selaku pengelola daerah tersebut memandang perlu dilaksanakannya kajian kelayakan penambangan Batubara untuk selanjutnya dilakukan tahapan eksploitasi tambang batubara. Peta topografi PT Priamanaya Energi bisa dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2.1 Peta Topografi PT Priamanaya Energi

PT Priamanaya Energi adalah bagian dari Priamanaya Group, yang bergerak di bidang energi, pertambangan, dan properti. Priamanaya Group memiliki beberapa anak perusahaan, termasuk PT Dizamatra Powerindo, dan PT Astamaharinata yang memiliki IUP pertambangan di Kabupaten Lahat. Priamanaya memiliki sejarah panjang di bidang pembangkit listrik dan perangkat kelistrikan di tanah air. Peta IUP PT Priamanaya Energi bisa dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

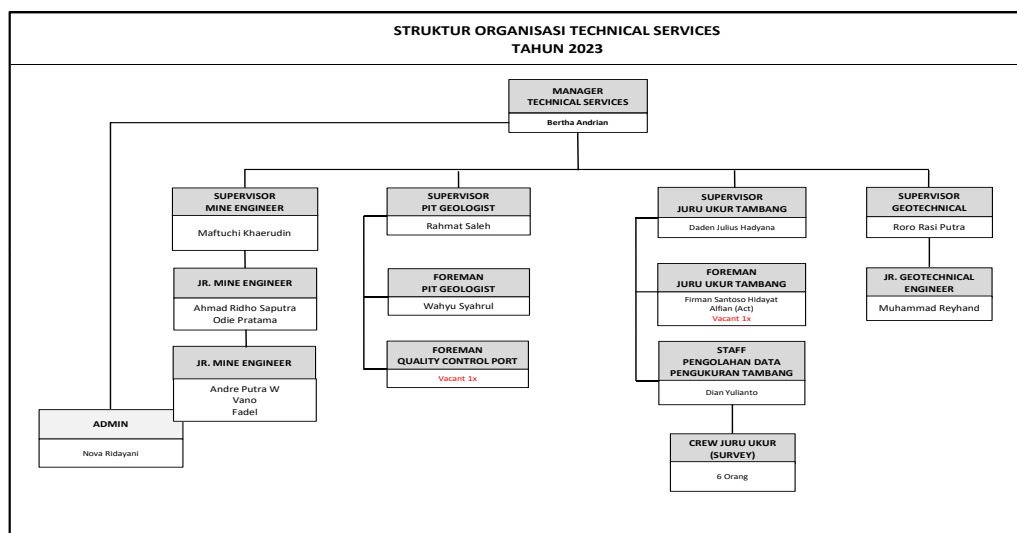
Gambar 2.2 Peta IUP PT Priamanaya Energi

2.2 Struktur Organisasi

Untuk menjamin kelancaran pelaksanaan pekerjaan penambangan batubara PT Priamanaya Energi disusun pola kerja yang tersusun sesuai dengan tugas dan masing-masing kepala bagian tersebut didukung oleh staf yang sesuai dengan bidang keahlian tertentu untuk mendukung kelancaran pekerjaan dapat dilihat sebagai berikut:

a. *Technical Services*

Struktur organisasi *Technical Services* dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut:

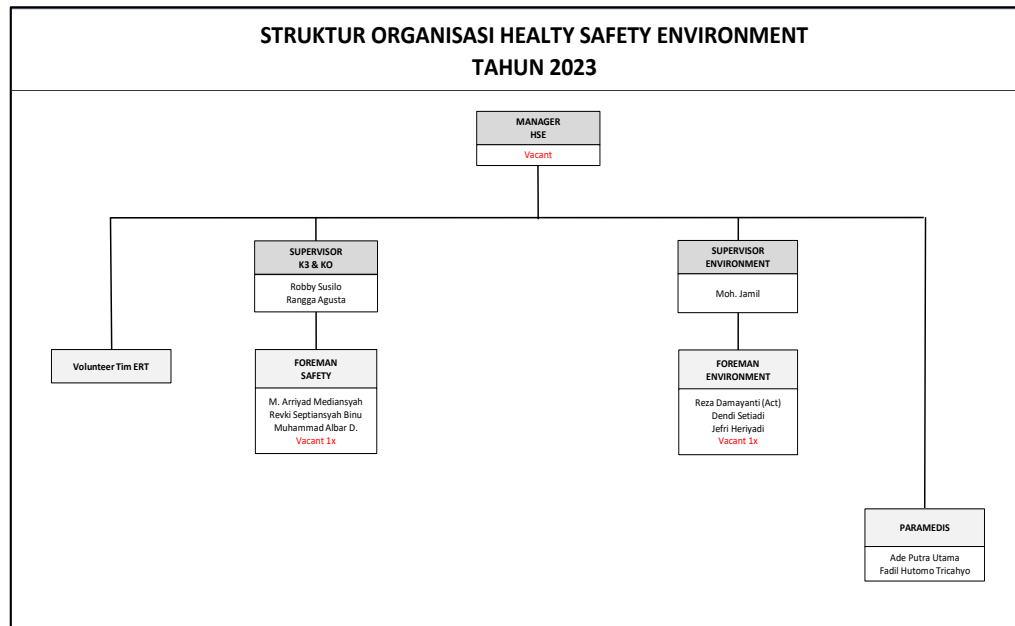


Sumber: PT Priamanaya Energi, 2025

Gambar 2.3 Struktur Organisasi *Technical Services*

b. *Healty Safety Environment*

Struktur organisasi *Healty Safety Environment* dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:

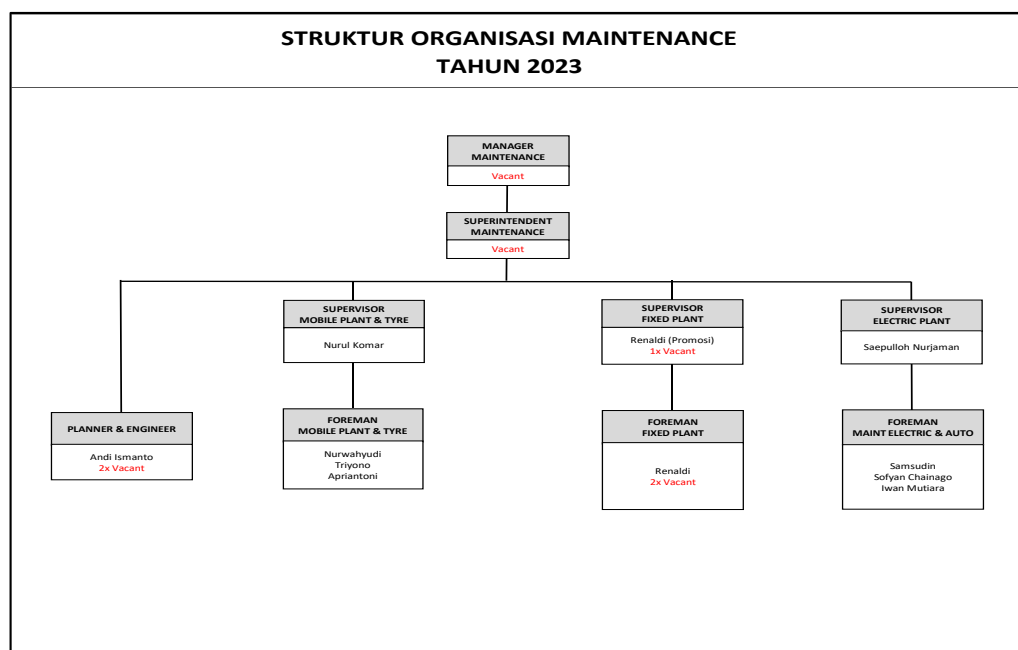


Sumber: PT Priamanaya Energi, 2025

Gambar 2.4 *Healty Safety Environment*

c. *Maintenance*

Struktur organisasi *Maintenance* dapat dilihat pada Gambar 2.5 sebagai berikut:

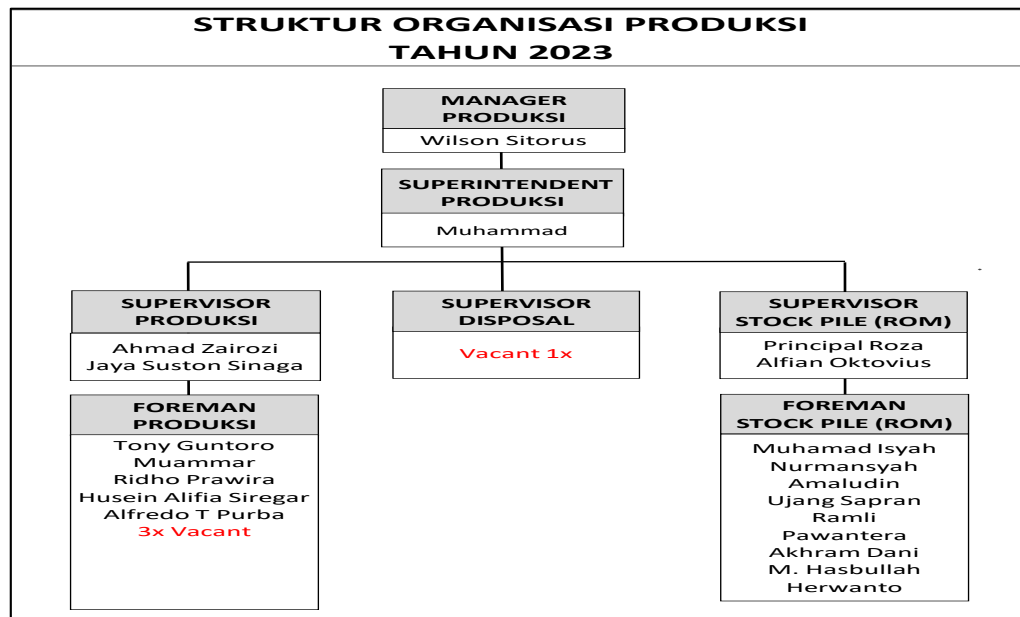


Sumber: PT Priamanaya Energi, 2025

Gambar 2.5 Struktur Organisasi *Maintenance*

d. Produksi

Struktur organisasi Produksi dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut:

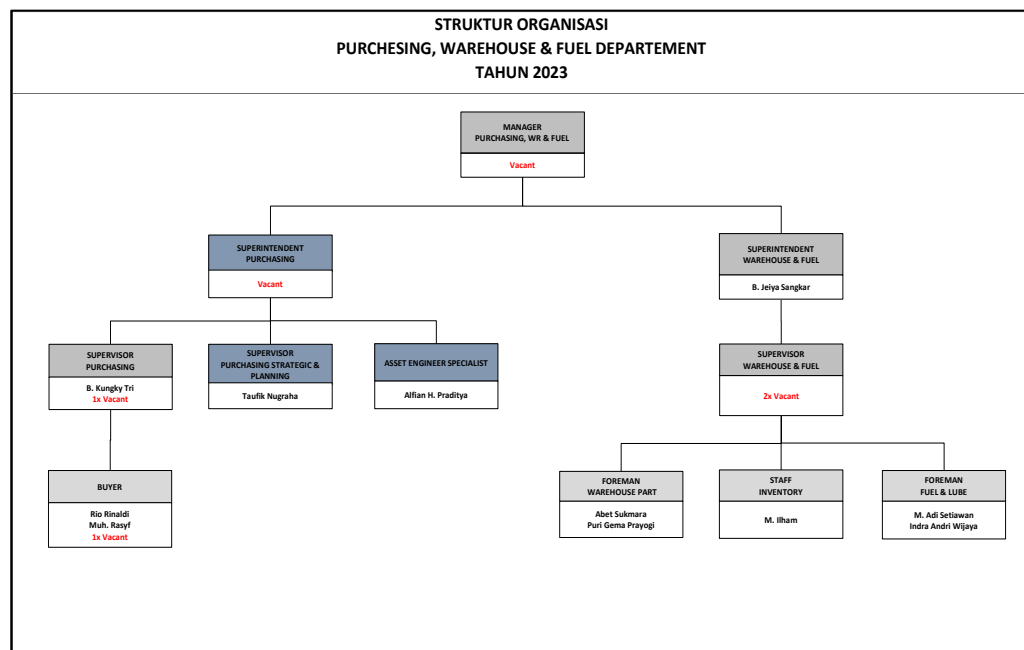


Sumber: PT Priamanaya Energi, 2025

Gambar 2.6 Struktur Organisasi Produksi

e. Purchasing, Warehouse dan Fuel Departemen

Struktur organisasi Purchasing, Warehouse dan Fuel Departemen dapat dilihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut:

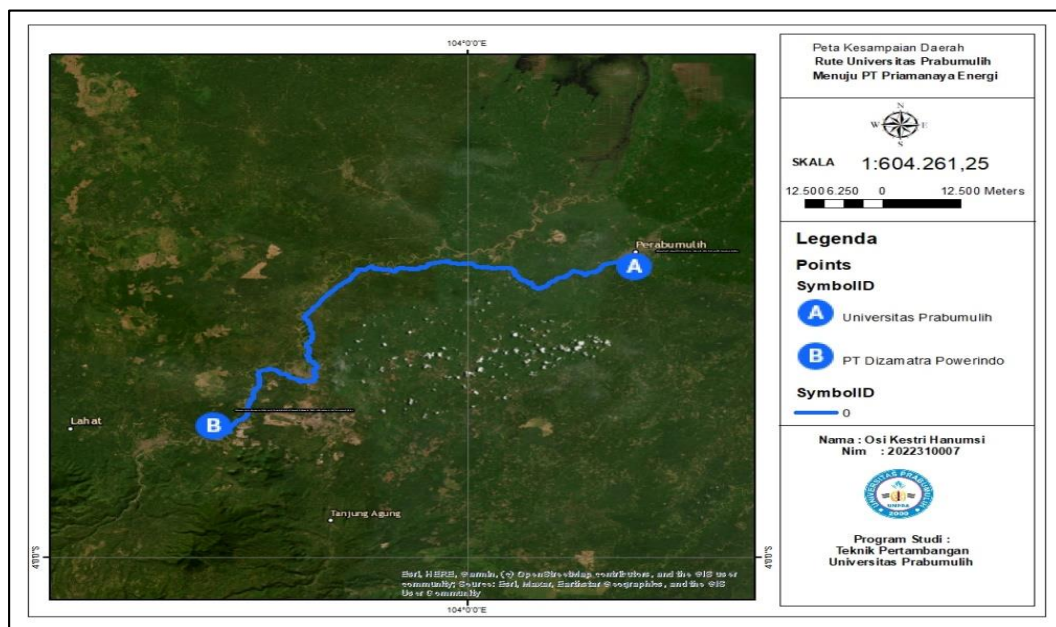


Sumber: PT Priamanaya Energi, 2025

Gambar 2.7 Struktur Organisasi Purchasing, warehouse dan Fuel

2.3 Lokasi Kesampaian Daerah

Penelitian ini dilaksanakan di PT Priamanaya Energi memiliki lokasi utama di desa kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Berdasarkan dari lokasi peneliti Universitas Prabumulih sampai ke PT Priamanaya Energi di desa Kebur, Lahat berjarak sekitar 113000 meter atau 113 km bisa mencapai ± 3 Jam untuk sampai ke lokasi tersebut. Peta jarak kesampaian daerah bisa dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2.8 Peta Kesampaian Daerah

2.4 Iklim dan Curah Hujan

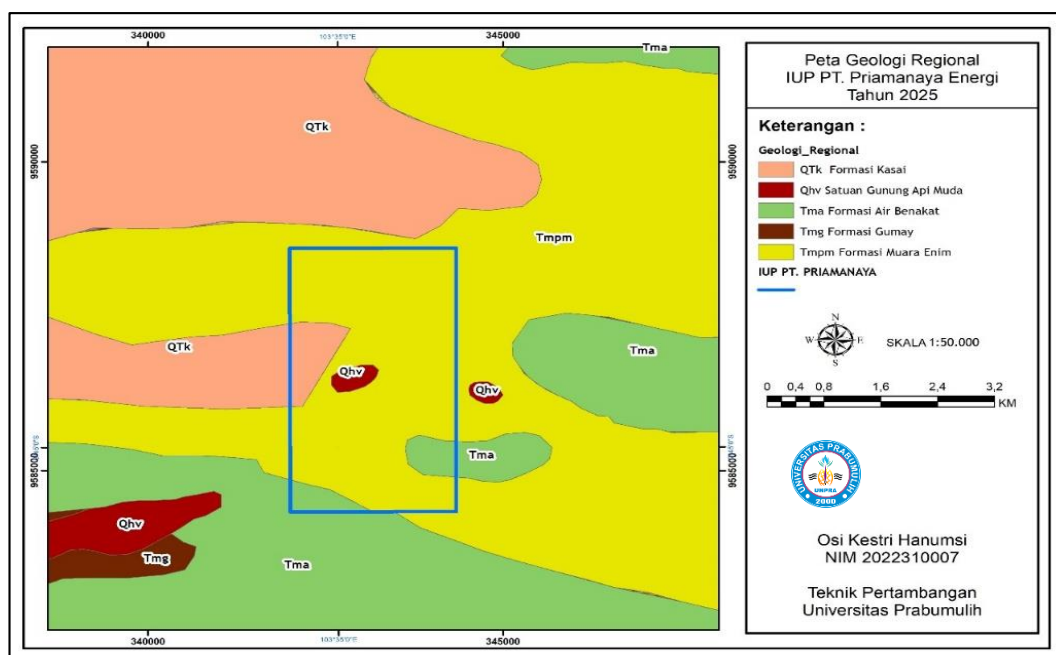
Secara umum, kondisi iklim di daerah penambangan PT Priamanaya Energi yang berlokasi di Kabupaten Lahat termasuk dalam kategori iklim tropis basah. Daerah ini memiliki suhu udara rata-rata maksimum sekitar 32° C dan menerima penyinaran matahari sepanjang tahun, wilayah ini mengalami dua musim utama, yaitu musim kemarau dan musim hujan.

Saat pengambilan data primer oleh peneliti di lokasi penambangan, khususnya di Pit PE pada tanggal 18, 19, dan 20 April, kondisi cuaca berada dalam keadaan selepas hujan. Hal ini turut mempengaruhi kondisi lapangan, Durasi hujan pada hari-hari tersebut dapat dilihat secara detail pada (Lampiran D) yang menunjukkan bahwa intensitas curah hujan cukup tinggi sebelum data diambil, sehingga berpotensi memberi pengaruh terhadap produktivitas alat.

2.5 Keadaan Geologi dan Stratigrafi

2.5.1 Keadaan Geologi

Geologi *regional* wilayah pertambangan dipengaruhi oleh sistem *subduksi* lempeng yang terdapat di Sumatera bagian Barat, khususnya antara Lempeng *Eurasia* yang relatif *stasioner* dan Lempeng India-Australia yang bergerak ke arah Timur Laut dan bergerak ke Utara. Secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi morfologi, tektonik, struktur geologi, dan kondisi batuan di wilayah penambangan di Cekungan Sumatera Selatan. Berdasarkan pembahasan diatas dapat kita lihat peta Geologi di Sumatra selatan pada Gambar 2.9 sebagai berikut:

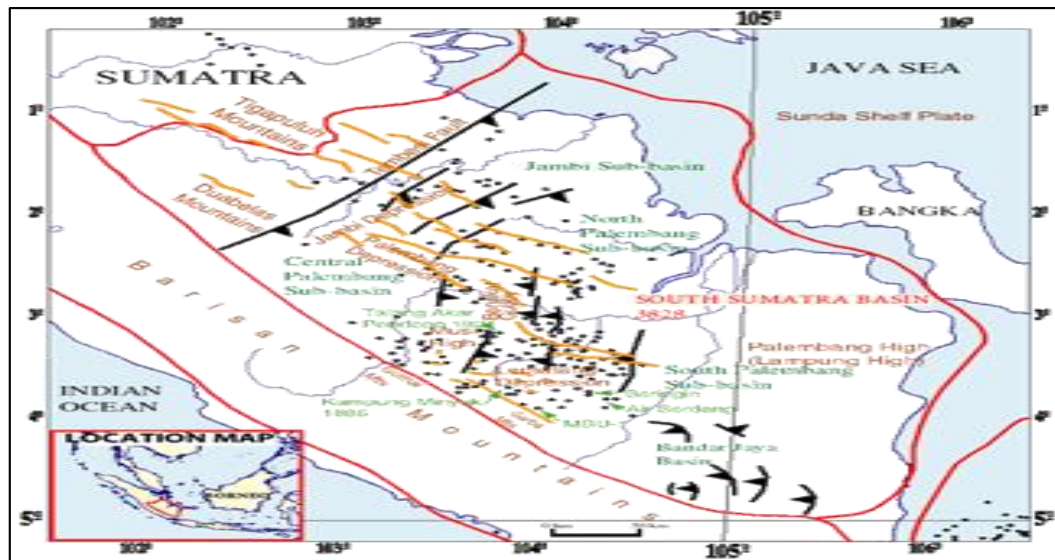


Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2.9 Peta Geologi

Menurut teori lempeng tektonik, cekungan batubara *Tersier* di bagian barat Indonesia terhubung sampai ke busur kepulauan. Kita mengenal cekungan pasca busur, cekungan pra busur, dan juga cekungan intramontana, atau cekungan antar busur, dalam Setiap cekungan tersebut memiliki karakteristik cadangan batubara yang sangat unik. Sebaliknya, kecuali Cekungan Kutai dan Cekungan Tarakan di Kalimantan Timur, yang bisa dikategorikan sebagai cekungan tepi benua, semua cekungan batubara tersier di Indonesia (termasuk juga cekungan Sumatera Selatan) diklasifikasikan sebagai cekungan landas kontinen karena dikatakan dan menurut teori lempeng tektonik, seluruh isinya terhubung dengan kerak benua. Berdasarkan

pembahasan diatas bisa kita lihat dibawah ini Gambar 2.10 memperlihatkan batas dan letak cekungan sumatera selatan sebagai berikut:



Sumber: Biskop, 2000

Gambar 2.10 Batas dan Letak Cekungan Sumatera Selatan

Cekungan Sumatera Selatan mempunyai tiga asal muasal, yakni : pada zaman *Mesozoikum* Tengah, Kapur Akhir, *Tersier* Awal dan *Plio Plistosen*. Pasca *orogenesa* terakhir dihasilkan kondisi struktur geologi regional seperti terlihat pada saat ini yaitu:

1. Zone Sesar Semangko, merupakan hasil tumbukan antara Lempeng Sumatera Hindia dengan Pulau Sumatera, setelah tumbukan tersebut terjadi gerakan rotasi diantara keduanya.
2. Perlipatan arah utama Barat Laut sampai Tenggara, akibat efek gaya kopel Sesar Semangko.
3. Sesar Lipat dan Sesar Pra Tersier sedang dalam proses peremajaan.

Menurut temuan tentang siklus sedimen di Cekungan Sumatera Selatan, batuan dan endapan batubara di Formasi Muara Enim memiliki siklus sedimen regresi. Secara umum, Cekungan Sumatera menghasilkan endapan Batubara yang tersebar luas, tetapi peringkat batubaranya tidak tinggi, kecuali di sekitar lokasi intrusi batuan beku. Gambar nyata dari penambangan batubara PT Priamanaya Energi terdiri dari tiga alur utama: *seam* A, *seam* B, dan *seam* C. Ketebalan rata-rata alur A adalah 16,1 meter, alur B 18,6 meter, dan alur C 14 meter. Sebagai contoh, karakteristik *seam* batubara adalah sebagai berikut:

1. *Seam A*: memiliki ketebalan $\pm 16,1$ meter, dengan struktur batu *pack* di bagian *roof* (10 cm) dan dua lapisan batu *pack* di *floor* (13 cm dan 15 cm). batubara berwarna hitam, keras, goresan coklat kehitaman, dan mengandung *resin*.
2. *Seam B*: ketebalannya $\pm 18,6$ meter, terdapat parting pada *body* (15 cm) dan *parting* + batu *pack* dibagian *bottom* (10 cm). Batubara *medium*, *brittle*, dengan *resin* sebagai pengotor dominan. Kondisi umumnya kering-lembab.
3. *Seam C*: memiliki ketebalan ± 14 meter, *parting* tipis 6 cm di *roof* dan batu lempung di *floor*. Terdapat *spotted* sulfur dari material pirit. Batubara sedang, pecahan kubus, dan mengandung *resin* serta sulfur tinggi.

2.5.2 Keadaan Stratigrafi

Menurut Ramadhan (2022), daerah penambangan termasuk ke dalam satuan formasi batuan mulai dari yang paling tua ke paling muda sebagai berikut :

1. Formasi Gumai yang tersusun atas batu lempung, serpih yang di beberapa tempat berupa gampingan, dengan sisipan batu gamping formasi Air Benakat berupa perselingan batu lempung dengan batu lanau dan serpih.
2. Formasi Muara Enim berupa batu lempung, batu lanau dan batu pasir tufaan dengan sisipan batubara
3. Formasi Kasai yang tersusun atas tufa, tufa pasir dan batu pasir tufaan yang mengandung batu apung
4. Satuan gunung api muda berupa breksi gunung api, lava dan tufa yang bersifat andesit
5. Satuan pengendapan alluvium yang tersusun meliputi pasir, lanau dan lempung.

Menurut stratigrafi regional daerah penambangan, lapisan pembawa Batubara adalah Formasi Muara Enim, yang terdiri dari lapisan batu lempung, batu lanau, dan batu pasir tufaan dengan sisipan batubara. Daerah penelitian termasuk bagian *antiklinorium* Muara Enim dengan orientasi sumbu *sinklin* berarah Barat-Timur. Struktur geologinya diketahui dari pengamatan data observasi lapangan. Struktur *sinklin* dan *antiklin* diketahui oleh adanya kemiringan batuan/batubara yang saling berlawanan antara satu sama lainnya secara berganti-ganti sebanyak dua pasang. Dari susunan litologi penyusunnya, terlihat bahwa Formasi Muara Enim diendapkan pada lingkungan paralik sampai litoral yang berasosiasi dengan rawa.

2.6 Kegiatan dan Aktivitas Penambangan

Perusahaan pertambangan PT Priamanaya Energi merupakan salah satu pelaku usaha pertambangan yang melakukan penambangan batubara dengan menggunakan sistem penambangan terbuka (*Surface Mining*), dengan metode *Open Pit Mining*. Adapun urutan penambangan yang diterapkan di PT Priamanaya Energi sebagai berikut:

1. Pembukaan lokasi penambangan dan *land clearing*

Pembersihan lahan adalah proses yang dilakukan untuk membersihkan area kerja dari berbagai jenis tanaman, termasuk semak-semak, pohon-pohon, dan tumbuhan lain yang dapat mengganggu proses penambangan atau menghalangi pergerakan alat-alat mekanis yang digunakan di lokasi penambangan. Proses *Land Clearing* ini biasanya dilakukan dengan bantuan alat mekanis seperti *bulldozer*.

- a. Sebelum dilakukan *Land Clearing*, lahan yang akan dibersihkan telah disurvei dan dipastikan tidak ada potensi sengketa, karena proses penanaman tumbuhan di area tersebut belum selesai.
- b. Jika terdapat pohon dengan diameter >30 cm dan jumlah pohon yang cukup banyak, disarankan untuk menggunakan fasilitas *Chain Saw* terlebih dahulu.
- c. Setelah proses penebangan pohon menggunakan mesin *Chain Saw* selesai, tahap selanjutnya adalah penggunaan *bulldozer* untuk melakukan pembersihan lahan secara final.
- d. Dalam proses pembersihan lahan, penggunaan *bulldozer* tidak diperbolehkan untuk menggali tanah terlalu dalam, karena hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya lapisan tanah atas yang penting.
- e. Material seperti pohon dan sejenisnya yang dihasilkan dari proses *Land Clearing* sebaiknya dikumpulkan di satu lokasi agar memudahkan proses pemindahan.
- f. Luas area yang akan dibersihkan harus sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan dalam desain yang dikeluarkan oleh departemen perencanaan.

2. Pengupasan Tanah Pucuk (*top soil*)

Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil*) Setelah proses pembersihan lahan selesai, langkah selanjutnya adalah mengupas lapisan tanah humus yang terletak

dibagian atas. Tanah humus ini memiliki ketebalan antara 0,5 cm lapisan tanah yang paling atas yang mengandung bahan organik. Tanah pucuk sebagian besar mengandung humus, akar dan jasad renik tanah. Jenis tanah pucuk yang terdapat di lokasi penambangan berjenis *soil* dengan ciri tanah berwarna kekuningan.

Dalam tahap ini, alat yang digunakan yaitu *excavator backhoe* sebagai alat gali muat tanah humus dan *dump truck* sebagai alat angkut tanah humus. Tanah pucuk yang telah tergali selanjutnya ditimbun. Dalam proses ini, alat berat *excavator backhoe* untuk menggali dan memuat tanah humus, sementara *dump truck* berfungsi sebagai alat angkut tanah humus tersebut. Tanah pucuk yang berhasil digali kemudian ditimbun dan dikumpulkan di lokasi tertentu yang dikenal dengan istilah *Top Soil Bank*. Selanjutnya, tanah pucuk ini akan disebarkan kembali di atas lahan disposal yang telah memasuki tahap reklamasi.

3. Pengupasan Tanah Penutup (*Stripping Overburden*)

Tujuan dari pembongkaran lapisan tanah penutup adalah untuk mengangkat lapisan yang berada di atas endapan batubara. Selain itu, proses ini juga bertujuan untuk membersihkan endapan batubara dari berbagai pengotor yang dapat menutupi permukaannya. Dengan demikian, kegiatan penggalian menjadi lebih efisien dan Batubara yang diperoleh dapat lebih bersih. Pengupasan tanah penutup dilakukan dengan berbagai metode yang disesuaikan dengan karakteristik material yang ada, yaitu:

- a. Penggalian: Material dapat digali langsung oleh alat gali-muat karena karakteristiknya yang lunak. *Excavator* adalah alat yang umum digunakan untuk penggalian tanah penutup, sedangkan *HD* digunakan sebagai alat angkut.
- b. *Ripping* : Sebelum melakukan penggalian, proses penggaruan perlu dilakukan terlebih dahulu pada material yang tidak ekonomis untuk digali langsung, guna menghindari memperpendek umur alat. Penggaruan ini dilakukan dengan bantuan alat berat yang dilengkapi tipe penggaru poin *ripper*.
- c. *Blasting*: jika tanah penutup terlalu keras untuk digali dengan *buldozzer*, maka metode peledakkan akan diterapkan. Hasil ledakkan dari proses ini kemudian akan digali dan dimuat. Penimbunan tanah penutup dilakukan secara bertahap

di area disposal, dari mulai menghamparkan semua material hingga membentuk jenjang-jenjang. Setelah proses pengisian selesai, permukaan disposal akan ditutupi dengan tanah humus.

4. Pembuatan Jalan Tambang

Salah satu kegiatan dasar dalam penambangan adalah pembangunan akses yang aman untuk mendukung operasi. Jalan tambang yang baik harus memiliki daya dukung yang kuat agar mampu menopang beban alat-alat tambang yang beroperasi tanpa risiko longsor. Selain itu, kondisi jalan tambang juga harus terjaga agar kegiatan operasional dapat berjalan sesuai rencana.

5. Penggalian dan Pengangkutan Batubara

Sebelum memulai penggalian batubara, material batubara yang sudah terungkap harus dipisahkan dari kontaminan, yakni material *silicified wood* (*batu pack*). *Batu pack* adalah material yang terbentuk dari kombinasi tumbuh-tumbuhan dan abu vulkanik yang mengandung silika, melalui proses silifikasi. *Batu pack* yang keras juga berpotensi memperpendek umur alat saat proses penggalian, diperlukan kehati-hatian agar batubara tidak tercampur dengan material pengotor seperti tanah atau batuan. Setelah batubara digali, tahap selanjutnya adalah pengangkutan batubara menuju lokasi penimbunan atau pengolahan. Pengangkutan Batubara kondisi jalan di area tambang. Batubara dapat diangkut ke *ROM*, *stockpile*, *crusher*, atau langsung ke pelabuhan tergantung pada sistem operasional perusahaan tambang.

6. Pengolahan Batubara

Batubara hasil penambangan ditempatkan di *stock ROM* dekat lokasi penambangan. Selanjutnya untuk mencapai keseragaman ukuran batubara sesuai permintaan pembeli, batubara yang telah di *hauling* akan diremukan dengan menggunakan *crusher* untuk mencapai ukuran butir 60 mm. unit peremukan terdiri dari *hopper*, yang berfungsi sebagai tempat penerima umpan atau corong yang menampung batubara yang akan diremukan, dan *crusher* yang berfungsi sebagai alat peremuknya.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*)

Menurut Oemiati *et al.* 2020: 196, menyampaikan bahwa pengupasan lapisan tanah penutup merupakan pekerjaan awal dalam suatu operasi pertambangan. Aktivitas penambangan batubara tidak lepas dengan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup atau yang sering disebut *overburden*. Lapisan tanah penutup (*Overburden*) dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3.1 *Overburden*

Dimana kegiatan pengupasan *overburden* ini sangat menentukan produksi batubara, dikarenakan harus mengupas *overburden* dahulu sebelum melakukan penambangan Batubara, apabila semakin cepat *overburden* ditambang maka semakin cepat dilakukannya penambangan/pengupasan Batubara, dalam pekerjaan pengupasan lapisan tanah penutup ini sangat penting agar didapat *stripping ratio* yang baik dan *recovery* batubara yang tinggi. Berdasarkan kondisinya volume tanah yang dapat berubah-ubah bisa dilihat pada pembahasan sebagai berikut:

1. Volume asli (*insitu/bank*) adalah volume tanah yang belum diganggu atau belum pernah dilakukan penggalian ataupun pembongkaran dengan alat-alat mekanis.
2. Volume lepas (*loose*) adalah volume tanah setelah dibongkar atau dikeruk dari tempat asalnya.

3. Volume padat (*compacted*) adalah volume tanah yang sudah ditimbun dan sudah dipadatkan, misalnya sebagai badan jalan, landasan *stockpile* batubara dan sebagainya.

3.2 Jenis-Jenis Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Dalam industri pertambangan, alat mekanis adalah alat yang digunakan untuk menggali, mengangkut, mengolah, dan merawat lokasi tambang. Kesalahan dalam pemilihan alat mekanis dapat menyebabkan produksi yang tidak *efisien*, pelanggaran jadwal atau target, dan biaya perawatan yang tidak perlu. Alat mekanis berikut biasanya digunakan dalam pemuatan dan pengangkutan:

3.2.1 Alat Gali Muat

Alat yang termasuk di dalam alat gali muat adalah *backhoe*, *power shovel*, *dragline* dan *clamshell*. *Backhoe* dan *power shovel* juga disebut alat penggali *hidrolis* karena *bucket* digerakkan secara *hidrolis*. Salah satu jenis alat gali muat yang sering digunakan dalam pengoperasian produksi pertambangan yaitu *Excavator*, *Excavator* merupakan alat berat yang terangkai dari sebuah batang atau lengan (*arm*), tongkat (*bahu*) atau boom serta keranjang atau *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga *hidrolis* yang dimotori dengan mesin *diesel* dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*) (Oemiati *et al.* 2020: 197). Alat gali muat seperti *Excavator* bisa dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3.2 Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 1250

Untuk pengambilan dan pemuatan material ke atas alat angkut dipergunakan alat gali muat yang sangat banyak jenisnya, karena keadaan lapangan kerja yang bermacam-macam. Dalam melakukan kegiatan penggalian alat gali muat memiliki waktu edar (*cycle time*) alat gali muat yang diamati adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk melakukan satu kali kegiatan penggalian (Fitra *et al.* 2020: 13) yang meliputi sebagai berikut:

- a. *Digging* adalah waktu yang dibutuhkan oleh *Excavator* untuk menggali material.
- b. *Swing Isi* adalah waktu yang diperlukan oleh *excavator* untuk menggerakkan lenganya ke atas bak *hauler* saat *bucket* sedang terisi material galian.
- c. *Loading* adalah waktu yang dibutuhkan oleh *excavator* untuk memuat material galian ke dalam bak/*vessel Hauler*.
- d. *Swing Kosong* adalah waktu yang diperlukan oleh *Excavator* untuk menggerakkan lenganya kembali ke tumpukkan material galian dengan *bucket* dalam keadaan kosong.

3.2.2 Alat Angkut

Alat pengangkutan digunakan untuk mengangkut material seperti tanah, pasir, batubara, atau batuan lainya dari tempat pemuatan ke tempat penumpahan. Alat angkut yang digunakan dalam pengangkutan *overburden* menuju disposal seperti alat angkut *HD*. Dengan kecepatannya yang tinggi (kondisi jalan bagus), maka *heavy duty (HD)* memiliki kapasitas tinggi sehingga ongkos angkut material rendah. *HD* juga bersifat *fleksibel* artinya dapat dipakai untuk mengangkut bermacam-macam barang dengan berat muatan yang berubah-ubah (Oemiati *et al.* 2020: 197-198). Waktu edar alat angkut yang diamati adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk melakukan satu kali kegiatan pengangkutan material yang meliputi sebagai berikut:

- a. *Manuver Loading* adalah waktu mengambil posisi *HD* untuk dimuat.
- b. *Loading* adalah waktu proses pemuatan material hasil galian oleh alat gali muat yang dimuat pada alat angkut.
- c. *Hauling isi* adalah waktu pengangkutan yang diperlukan *HD* untuk mengangkut material menuju disposal area.
- d. *Manuver Dumping* adalah waktu pengambilan posisi untuk penumpahan

- e. *Dumping*/penumpahan material di disposal area. *Dumping* adalah waktu yang diperlukan *HD* untuk melakukan
- f. *Hauling* Kosong adalah waktu yang diperlukan *HD* untuk kembali menuju *Front*, dengan keadaan *vessel HD* telah kosong. Berdasarkan pembahasan mengenai alat angkut (*HD*) diatas bisa dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3.3 Alat Angkut *HD* Komatsu 785

3.3 Aktivitas Pemindahan Tanah Mekanis

Pada kegiatan penambangan keberadaan akan alat mekanis sangat dibutuhkan guna menunjang keberhasilan penambangan itu sendiri di samping meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Walaupun demikian dalam penggunaan perlu dilakukan perhitungan yang tepat, agar kemampuan alat gali-muat dapat digunakan secara optimal serta mempunyai tingkat efisiensi yang tinggi. Sulitnya menentukan target hasil produksi yang tepat salah satunya disebabkan oleh sistem kerja alat-alat mekanis yang tidak efisien (Heda *et al.* 2021: 62)

Banyak keuntungan yang harus didapat dalam menggunakan alat-alat berat yaitu waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, dan nilai-nilai ekonomis bagi perusahaan tambang Batubara tersebut. Penggunaan alat yang kurang tepat dengan kondisi lapangan yang licin akibat curah hujan yang tinggi akan sangat berpengaruh terhadap perusahaan berupa kerugian, antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya jadwal atau target yang telah ditentukan perusahaan atau kerugian biaya perbaikan yang tidak semestinya dikeluarkan.

3.3.1 *Delay Time*

Merupakan besar waktu hambatan yang terjadi selama satu siklus pengangkutan. *Delay time* juga dianggap *operating cost* dan digunakan dalam perhitungan produktivitas alat. Selain itu terdapat waktu–waktu yang harus diperhitungkan seperti waktu alat antri ataupun waktu yang digunakan untuk merapikan dan menyiapkan *front*, *operator* minum, *operator* makan, *operator* sholat dan waktu hambatan lainnya. Sehingga total waktu *delay* adalah jumlah seluruh waktu hambatan yang terjadi selama alat tersebut bekerja.

Waktu *delay* sangat penting pengaruhnya terhadap efisiensi kerja alat karena waktu *delay* menjadi *variabel* dalam perhitungan total waktu kerja yang dapat dilakukan selama alat-alat tersebut beroperasi. Semakin kecil waktu *delay* maka akan semakin besar efisiensi alat tersebut. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *delay time* seperti yang telah dijelaskan diatas dapat dilihat dibawah ini:

1. Faktor Material

Perbedaan kekerasan material yang akan digali sangat bervariasi semakin keras material maka waktu yang diperlukan untuk menggali material juga lama, hal ini bisa menyebabkan terjadinya antian pada *front* kerja. salah satu cara penggolongan material tersebut adalah:

- a. Lunak (*soft*) atau mudah digali (*easy digging*), misalnya :
 - 1) Tanah atas atau tanah pucuk (*top soil*)
 - 2) Pasir (*sand*)
 - 3) Lempung pasir (*sand clay*)
 - 4) Pasir lempungan (*clayey sand*)
- b. Agak keras (*medium hard digging*), misalnya :
 - 1) Tanah liat atau lempung (*clay*) yang basah dan lengket.
 - 2) Batuan yang sudah lapuk (*weathered rock*).
- c. Sukar digali atau keras (*hard digging*), misalnya :
 - 1) Batu sabak (*slate*)
 - 2) Material kompak (*compacted material*)
 - 3) Batuan sedimen (*sedimentary rock*)
 - 4) Konglomerat (*conglomerate*)
 - 5) Breksi (*breccia*)

d. Sangat sukar digali atau sangat keras (*very hard digging*)

1) Batuan beku (*Igneous rock*)

2) Batuan malihan (*metamorphic rock*)

2. Faktor Manusia

Faktor manusia yang menggerakkan alat-alat tersebut, waktu *delay* bisa terjadi karna kelalaian dari operator tersebut dalam bekerja. Delay time yang terjadi karena disebabkan oleh faktor ini bisa kita hindari dengan cara meningkatkan kedisiplinan dari operator alat angkut tersebut.

3. Faktor Lingkungan

Faktor ini yang mempengaruhi adalah lingkungan jika lingkungan kerja buruk maka akan terjadi waktu hambatan untuk alat tersebut beroperasi. Dimana pada faktor ini yang mempengaruhi adalah lingkungan seperti cuaca, kondisi *front* kerja, kondisi area *dumping*, kondisi jalan angkut.

4. Faktor Mesin

Merupakan faktor yang disebabkan oleh mesin yang digunakan tergantung dari keadaan mesin tersebut apakah mesin tersebut beroperasi dengan baik atau tidak, karna jika mesin bekerja dengan baik maka efisiensi dari alat dapat dimaksimalkan.

5. Faktor Metode

a. *Top Loading* Kedudukan alat muat lebih tinggi dari bak *truck* (alat muat berada diatas tumpukkan material atau berada diatas jenjang). Cara ini hanya dipakai pada alat muat *backhoe*. Selain itu operator lebih leluasa untuk melihat bak dan menempatkan material sehingga dapat memudahkan operator *backhoe* dalam pengisian bak *truck*. *Top loading* juga diartikan cara penggalian dimana posisi *excavator* levelnya berada lebih tinggi dari *dump truck* tetapi dibarengi dengan sambil menggali membuat posisi kedudukan *excavator* itu sendiri, pada umumnya metode *top loading* kurang optimal dilihat dari produktivitas hasil gali.

b. *Bottom loading* Metode pemuatan dengan cara ini dilakukan pada saat alat gali muat berupa *Excavator* berada sejajar dengan alat angkut seperti *Hauvy Duty (HD)* sehingga waktu edar dari alat akan lebih besar dari pada metode *top loading*.

3.3.2 Cycle Time

Waktu edar (*cycle time*) merupakan suatu siklus pekerjaan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan, dan kembali kegiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau beberapa alat, dimana waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin besar (Isnaeni *et al*, 2023: 3551).

a. Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menghasilkan daur kerja dalam satu siklus kegiatan produksi. Terdapat empat pekerjaan dalam satu siklus kerja yang dilakukan oleh alat muat yaitu pengisian *bucket*, *swing* bermuatan, penumpahan material dan *swing* kosong (Lanjaya *et al*. 2022: 325).

Rumus:

$$C_{tm} = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

C_{tm} = Waktu edar alat muat (Detik)

T_{m1} = Waktu menggali material (Detik)

T_{m2} = Waktu putar dengan *bucket* terisi (Detik)

T_{m3} = Waktu menumpahkan muatan (Detik)

T_{m4} = Waktu putar dengan *bucket* kosong (Detik)

b. Waktu Edar Alat Angkut

Untuk menentukan durasi edar alat angkut, diperlukan perhitungan yang dimulai dari proses pengisian muatan oleh alat muat hingga *HD* siap kembali untuk proses pengisian berikutnya (Prabowo *et al*. 2023: 402). Lebih jelasnya waktu edar alat angkut dimulai dari waktu mengatur posisi untuk siap dimuat, waktu menunggu untuk dimuat, waktu pengisian muatan, waktu pengangkutan muatan, waktu mengambil posisi untuk penumpahan muatan, waktu menumpahkan muatan, dan waktu kembali kosong. Berikut adalah persamaan untuk menghitung durasi edar alat angkut:

Rumus:

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

Cta = Waktu edar alat angkut (Menit)

Ta1 = Waktu mengambil untuk posisi untuk dimuati (Detik)

Ta2 = Waktu diisi muatan (Menit)

Ta3 = Waktu mengangkut muatan (Menit)

Ta4 = Waktu mengambil posisi untuk menumpahkan (Detik)

Ta5 = Waktu pengosongan muatan (Detik)

Ta6 = Waktu kembali kosong (Menit)

Waktu edar sangat penting pengaruhnya terhadap produksi kerja alat karena waktu edar menjadi *variabel* dalam perhitungan jumlah *rate* yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja. Semakin kecil waktu edar maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan.

3.4 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Gali Angkut

Produktivitas adalah sesuatu istilah yang digunakan dalam kegiatan produksi untuk perbandingan antar *input* dan *output*. Produktivitas bisa digunakan sebagai alat ukur untuk menghasilkan suatu daya berproduksi dalam menghasilkan suatu barang atau jasa. Secara *teoris* sebuah peralatan produktivitas yang relatif besar, tetapi dalam praktek sebenarnya produktivitas atau kapasitas produksi alat ini disebabkan adanya faktor-faktor membatasi kelancaran pengoperasian peralatan. Kelancaran pengoperasian alat akan berpengaruh langsung terhadap kapasitas produktivitas alat itu sendiri (Wijanarko et al. 2021: 11)

Produktivitas alat muat dan alat angkut adalah kemampuan produksi alat muat dan alat angkut. Perhitungan produktivitas alat terdapat 2 (Dua) macam, yaitu secara *teoritis* dan juga secara *actual* (Nyata). Produksi *teoritis* alat merupakan hasil terbaik secara perhitungan yang dapat dicapai suatu hubungan kerja alat selama waktu operasi tersedia dengan memperhitungkan faktor koreksi yang ada. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar produktivitas yang dihasilkan. Berikut rumus produktivitas alat gali muat dan alat angkut (Yanny et al. 2024: 14)

3.4.1 Produktivitas Alat Gali Muat

Rumus dari produktivitas alat gali muat adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{3600}{C_{Tm}} \times C_b \times F_f \times S_f \times E \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

P = Kemampuan produksi alat gali muat dalam satuan (Bcm/jam)

Cb = Kapasitas *bucket* (m³)

Ff = Faktor Pengisian (%)

Sf = *Swell Factor* (%)

E = Efisiensi Kerja (%)

CTm = *Cycle time* alat gali muat (Detik)

3.4.2 Produktivitas Alat Angkut

Rumus dari produktivitas alat angkut adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{(Kb \times Sf \times Ff) \times n \times Ek \times 3600 \text{ Detik/menit}}{CTa} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

P = Kemampuan produksi alat angkut (Bcm/jam)

Kb = Kapasitas *bucket* (m³)

Ff = Faktor pengisian (%)

Ek = Efisiensi kerja (%)

CTa = *Cycle time* (Menit)

SF = *Swell factor* (%)

n = Jumlah pengisian

3.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat bertujuan untuk mengenali masalah-masalah yang mungkin timbul di saat kegiatan berlangsung. Dengan memperkirakan masalah yang mungkin terjadi akibat faktor ini kita dapat merencanakan solusi untuk mengatasi masalah yang terkira. Sangat penting dalam kegiatan penambangan untuk meminimalisir masalah agar kegiatan penambangan berjalan dengan lancar. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat dalam kegiatan pemindahan tanah mekanis pertambangan sebagai berikut.

3.5.1 Faktor Pengisian Mangkuk (*Bucket Fill Faktor*)

Faktor pengisian adalah perbandingan antara kapasitas aktual alat dengan kapasitas standar alat dalam persentase (%). Semakin tinggi faktor pengisian maka

semakin tinggi volume nyata dari alat tersebut hal ini terkait dengan jumlah faktor pengisian terhadap alat angkut. Faktor yang mempengaruhi faktor pengisian mangkuk adalah kandungan air, ukuran mineral, kelengketan material dan keterampilan operator. Untuk menentukan berapa nilai faktor pengisian mangkuk dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Bff = \frac{\text{Kapasitas Vessel/Jumlah Pasing}}{\text{Kapasitas Bucket}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

3.5.2 Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan adalah perkembangan volume bahan setelah penggalian. Di alam, zat tersebut berada dalam keadaan padat, sehingga hanya beberapa rongga di antara butiran yang terisi udara. Pemuaian volume (*swell*) merupakan pengembangan material yang terjadi ketika material tersebut digali dari tempat aslinya. Material pada lapisan bumi ditemukan dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, hanya sedikit bagian-bagian yang kosong atau ruangan-ruangan yang terisi oleh udara diantara butiran-butirannya. Jika material tersebut dilakukan penggalian maka material tersebut akan mengalami pengembangan atau pemuaian volume. *Swell factor* atau faktor pengembangan adalah perbandingan volume material di alam dengan volume material setelah digali.

3.5.3 Faktor Keserasian Kerja Alat (*Match Factor*)

Untuk mencapai hubungan kerja yang serasi antara alat gali-muat dan angkut, maka produksi alat gali muat harus sama dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat gali muat dan angkut didasarkan pada produksi alat gali-muat dan alat angkut, yang dinyatakan dalam *Match Factor* (MF). Keserasian alat gali-muat dan angkut berpengaruh terhadap faktor kerja. Hubungan yang tidak serasi diantara keduanya akan menurunkan kinerja. Secara perhitungan teoritis, produktivitas alat gali muat haruslah sama dengan produktivitas alat angkut.

$$MF = \frac{Na \times (Ctm \times n)}{Nm \times Cta} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

MF = *Match factor*

Na = Banyaknya alat angkut yang digunakan

Nm = Banyaknya alat muat yang digunakan

Ctm = *Cycle time* alat muat x rata-rata jumlah pengisian

Cta = *Cycle time* alat angkut

n = Banyak pemuatan

Nilai *match factor* memiliki tiga kondisi sebagai berikut :

MF = 1 (Antara alat gali muat dan alat angkut 100% atau mendekati serasi)

MF = < 1 (Alat gali muat memiliki waktu tunggu sedangkan alat angkut bekerja 100%)

MF = > 1 (Alat angkut memiliki waktu tunggu sedangkan alat gali muat bekerja 100%)

3.5.4 Efisiensi Kerja

Efisiensi pekerjaan merupakan evaluasi terhadap pelaksanaan pekerjaan atau perbandingan antara waktu yang digunakan untuk pekerjaan tersebut dengan waktu yang tersedia. Kendala yang sering terjadi dalam penggunaan waktu kerja dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu hambatan yang tidak dapat dihindari dan hambatan yang dapat dihindari (Yanny *et al.* 2024: 13). Waktu kerja efektif sangat berpengaruh terhadap efisiensi kerja alat karena jika waktu efektif maka untuk mencapai target produksi bisa cepat tercapai. Tetapi pada kenyataan waktu kerja efektif dipengaruhi oleh faktor-faktor kesedian alat itu sendiri sedangkan faktor-faktor kesedian alat ini dipengaruhi oleh waktu hambatan antara lain:

1. Waktu hambatan dapat dihindari, meliputi:
 - a. Keterlambatan operator
 - b. Berhenti bekerja lebih awal
 - c. Istirahat lebih awal
 - d. Istirahat melawati jam istirahat
 - e. Pengecekan alat dan pemanasan mesin
2. Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari, meliputi:
 - a. Pengisian bahan bakar
 - b. Alat mengalami masalah
 - c. Kondisi cuaca yang kurang baik

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aktivitas Pengupasan *Overburden*

4.1.1 Pengupasan *Overburden*

Kegiatan pada pengupasan *overburden* di Pit PE PT Priamanaya Energi yang aktivitas penambanganya dilakukan oleh kontraktor Kalimantan Prima Persada (KPP), Pengupasan *overburden* ini terdiri dari 1 *fleet*. Pada proses *striping overburden* pada *low wall* terdapat 1 *fleet* dengan kombinasi alat gali muat berupa 1 unit *excavator* komatsu 1250 dengan kapasitas 6,7 m³ dan 6 unit *HD* komatsu 785 dengan kapasitas 43 BCM. Material *overburden* diangkut menuju disposal dengan jarak 2800 meter (Lampiran C), Pengupasan dan pemuatan *overburden* bisa dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4. 1 Pengupasan dan Pemuatan *Overburden*

Pada aktivitas pengupasan *overburden* di Pit PE menggunakan metode *ripping* yaitu dengan memberai tanah atau batuan menggunakan *Dozer Ripper*. Pada aktivitas *ripping* menggunakan alat *support Dozer Ripper* komatsu D375A-8 karena material tanah yang keras (*Sandstone*).

1. *Dozer Ripper* komatsu D375A-8

Alat ini berfungsi untuk merobek dan melonggarkan lapisan *overburden* yang

memiliki kekerasan sedang hingga tinggi, namun masih memungkinkan untuk *diripping* tanpa perlu peledakan. Dengan *ripper* yang terpasang di bagian belakang, *dozer* ini menghancurkan material keras sehingga *overburden* menjadi lebih mudah untuk digali dan diangkut. Penggunaan *dozer ripper* mempercepat proses pembongkaran *Overburden*. alat *support* Penambangan OB bisa dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.2 *Dozer Ripper* Komatsu D375A

4.1.2 Penimbunan dan Peralatan di area disposal

Material *overburden* yang diangkut oleh *HD* Komatsu 785 selanjutnya di bawa dan dibuang ke disposal. Dapat kita lihat area disposal dalam Gambar 4.3 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.3 Area disposal

Setelah alat angkut *HD Komatsu 785* membawa *overburden* dari *front* penambangan ke area disposal, material yang dibuang secara berkelanjutan akan menyebabkan terjadinya penumpukan tanah. Oleh karena itu, diperlukan alat *support* di area disposal untuk menjaga kestabilan timbunan, memastikan keselamatan kerja, serta memelihara kondisi lingkungan di sekitar area tersebut. Bisa dilihat alat *support* yang digunakan di area disposal sebagai berikut:

1. *Dozzer Komatsu D 155 A- 8*

Dozer Komatsu D155A-8 digunakan untuk mengelola timbunan *overburden* di area disposal. Fungsinya adalah untuk meratakan material yang dibuang oleh alat angkut sehingga timbunan tidak terlalu tinggi dan tetap sesuai dengan rencana desain disposal. Selain itu, *dozer* ini juga berperan dalam membentuk lereng dengan kemiringan tertentu agar struktur timbunan menjadi stabil dan tidak mudah mengalami longsor. *Dozer* juga membantu memadatkan lapisan *overburden* secara alami melalui beban berat alat tersebut, sehingga meningkatkan kestabilan timbunan dan mengurangi risiko terjadinya pergerakan tanah. Alat *support Dozer Komatsu* bisa dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.4 *Dozer Komatsu D155A-8*

2. *Motor Grader Komatsu 825A -8*

Motor Grader Komatsu 825A-8 berfungsi untuk menjaga kualitas jalan operasional di sekitar area disposal. Setelah aktivitas pembuangan *overburden* berlangsung, jalan yang dilalui oleh alat angkut sering mengalami kerusakan seperti bergelombang atau berlubang akibat beban berat. *Motor Grader* bertugas

meratakan kembali permukaan jalan tersebut sehingga kendaraan dapat beroperasi dengan aman dan efisien. Berdasarkan pembahasan diatas alat *support* di area disposal seperti Motor *Glader* Komatsu 825A-8 bisa dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.5 Motor *Glader* Komatsu 825A -8

4.2 Menghitung Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan *Overburden* dari *front* penambangan sampai ke disposal pada Pit PE PT Priamanaya Energi menggunakan alat gali muat seperti *excavator* Komatsu PC 1250 dengan kapasitas *bucket* 6,7 m³ fungsional dari *excavator* yaitu untuk melakukan pemuatan ke alat angkut sedangkan unit yang digunakan alat angkut yaitu *HD* Komatsu 785 dengan kapasitas *Vessel* 43 Bcm.

4.2.1 Cycle Time Excavator Komatsu PC 1250

Waktu edar alat gali muat dapat dirumuskan sebagaimana telah dijelaskan pada persamaan berikut:

Jumlah Data (n) = 30 (Lampiran A)

Min = 19,15 detik

Max = 28,34 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3.3 \log n$

= 5.87

= 6

$$\begin{aligned}
 \text{Interval Kelas} &= \frac{\text{Maksimal} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}} \\
 &= \frac{28,34 - 19,15}{6} \\
 &= 1,53
 \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Frekuensi *Cycle Time Excavator Komatsu PC 1250*

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
19,15 – 20,68	8	26,4	19,82	158,56
20,69 – 22,21	12	39,6	21,72	260,64
22,22 – 23,74	7	23,1	23,01	161,07
23,75 – 25,27	2	6,6	24,94	49,88
25,28 – 26,8	0	0	0	0
26,9 – 28,34	1	3,3	28,34	28,34
TOTAL	30	100 %	117,83	658,49

Nilai rata-rata waktu *cycle time* alat gali muat adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata - Rata} &= (\text{Fi} \cdot \text{xi}) / \text{F1} \\
 &= \frac{658,49}{30} \\
 &= 21,96 \text{ (Detik)}
 \end{aligned}$$

Maka dari perhitungan di atas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat yaitu 21,96 detik. *Cycle time* alat gali muat selengkapnya bisa di lihat pada (lampiran A).

4.2.2 *Cycle Time HD Komatsu 785*

Jumlah Data (n) = 30 (Lampiran B)

Min = 970,06 detik

Max = 1103, 36 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3.3 \log n$

$$= 5.87$$

$$= 6$$

Interval Kelas = $\frac{\text{Maksimal} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}}$

$$= \frac{1103,36 - 970,06}{6}$$

$$= 22,21$$

Tabel 4.2 Frekuensi *Cycle Time* HD Komatsu 785

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase %	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
970,06 – 992,27	11	36,3 %	984,56	10830,16
992,28 – 1014,48	11	36,3 %	1000,25	11002,75
1014,49 – 1036,69	4	13,2 %	1022,31	4089,24
1036,70 – 1058,9	2	6,6 %	1054,57	2109,14
1058,10 – 1081,11	1	3,3 %	1069,58	1069,58
1081,12 – 1103,36	1	3,3 %	1103,36	1103,36
TOTAL	30	100 %	6234,63	30.204,23

Nilai rata-rata waktu *cycle time* alat angkut adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rata - Rata} &= (F_i \cdot x_i) / F_1 \\ &= \frac{30.204,23}{30} = 1006,80 \text{ (Detik)} \end{aligned}$$

Maka dari perhitungan diatas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat angkut yaitu 1006,80 detik atau bisa dikoversikan ke menit menjadi 16,7 menit. *Cycle time* alat angkut selengkapnya bisa dilihat pada (lampiran B).

4.2.3 Efisiensi Kerja

Dalam melakukan kegiatan penambangan waktu merupakan penentuan agar tercapainya suatu target produksi di PT Priamanya Energi (PE). Berikut adalah rincian jadwal kerja dan hambatan yang mempengaruhi efisiensi kerja bisa dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.3 Jadwal Kerja Shift Produksi

Shift	Waktu	Keterangan	Durasi Jam
Shift 1 (Pagi)	16:00 – 12:00	Waktu Kerja	6
	12:00 – 13:00	Istirahat	1
	13:00 – 18.00	Waktu kerja	5
Total waktu kerja Shift 1			11 jam
Shift 2 (Malam)	18:00 – 00:00	Waktu Kerja	6
	00:00 – 01:00	Istirahat	1
	01:00 – 06:00	Waktu Kerja	5
Total waktu kerja Shift 2			11 jam

Pada hari Jumat, waktu istirahat dimulai pukul 11.00 – 13.00 WIB, sehingga waktu kerja efektif berkurang. Perhitungan rata-rata jam kerja per hari menjadi:

$$\text{Jam kerja harian} = \frac{(22 \times 6) + (21 \times 1)}{7} = \frac{132 + 21}{7} = 21,85 \text{ Jam}$$

$$\text{Jam kerja harian} = 21,85 \times 60 = 1.311 \text{ menit}$$

Hambatan kerja diklasifikasikan menjadi dua, yaitu hambatan yang dapat ditekan dan hambatan yang dapat dihindari. Berikut adalah rekapitulasi hambatan:

Tabel 4.4 Hambatan Kerja

Kategori Hambatan	Jenis Hambatan	Waktu (Menit)
Hambatan yang dapat dihindari	Terlambat kerja	20
	Istirahat terlalu lama	10
	Berhenti kerja lebih awal	10
	Subtotal	40 menit
Hambatan yang tidak dapat dihindari	Inpeksi unit	10
	Pengisian bahan bakar (<i>Refeuling</i>)	15
	Perbaikan ringan ditempat	20
	Perbaikan <i>front</i>	15
	Hujan dan perbaikan jalan	150
	Subtotal	210 Menit
Sub Total		250 Menit

$$\text{Waktu kerja efektif} = 1.311 \text{ menit} - 250 \text{ menit} = 1.061 \text{ menit}$$

$$\text{Efisiensi kerja} = \frac{1.061}{1.311} \times 100\% = 81,96\% = 82 \%$$

$$\text{Waktu kerja efektif perhari} = \frac{1.061}{60} = 17,68 \text{ jam}$$

Kesimpulan:

Efisiensi kerja aktual yang diperoleh di lapangan sebesar 82%, dengan rata-rata waktu kerja efektif per hari selama 17,68 jam

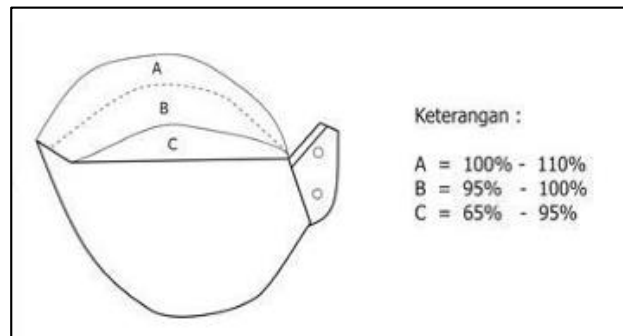
4.2.4 Faktor Pengisian Bucket (*Bucket Fill Faktor*)

Bucket fill factor adalah perbandingan antara volume material-material aktual didalam *bucket* dan volume kapasitas teoritis pada alat mekanis. *Excavator* Komatsu PC1250 yang memiliki kapasitas teoritis *bucket* 6,7 m³. Sedangkan *HD*

berkapasitas 43 BCM dengan melakukan *loading* sebanyak 9 kali.

Rumus:

$$\begin{aligned} \text{BFF} &= \frac{\text{Kapasitas Vessel:Jumlah Passing}}{\text{Kapasitas Bucket}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1) \\ &= \frac{43:9}{6,7} \times 100\% \\ &= 0,71 \% \end{aligned}$$



Sumber: *Face Fair Future*, 2021

Gambar 4.6 Ilustrasi *Fill Factor*

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa faktor pengisian *bucket* berada pada nilai 0,71 atau 71%, yang menandakan bahwa pengisian material ke dalam *bucket* masih belum mencapai 100% kapasitas maksimalnya, dan ada potensi optimalisasi terutama dari segi teknik penggalian, pemilihan sudut kerja *excavator*, atau keterampilan operator.

4.2.5 Faktor Pengembang Material (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan perlu diperhitungkan karena pada saat dilakukan penggalian selalu didasarkan pada bobot insitu suatu tempat, sedangkan material yang diatasi merupakan material yang telah mengembang (*loose*). Pada Pit PE *Low wall* jenis material yaitu *Sandstone* (Pasir), *swell factor* pada *low wall* yaitu 1,1 dengan jenis material bisa dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Jenis-Jenis Material OB

Material	Faktor <i>swell</i> (Penggali)	Keterangan
<i>Clay</i> (Lempung)	0.75 – 0.85	Menyusut saat dipadatkan
<i>Sand</i> (Pasiran)	1.01 – 1.20	Mengembang saat digali
<i>Gravel</i> (Kerikil)	1.05 – 1.15	<i>Swell</i> sedang

<i>Slit</i> (Lanau)	1.05 – 1.15	Mirip pasir tapi lebih halus
<i>Topsoil</i>	1.20 – 1.30	Sangat gembur, banyak organik
<i>Rock</i> (Batuan Pecah)	1.30 – 1.60	Tergantung tingkat fragmentasi
<i>Hard Clay</i>	0.85 – 0.95	Sedikit mengembang

4.2.6 Perhitungan Produktivitas Aktual *Excavator* Komatsu 1250

Produktivitas alat gali muat dapat dihitung setelah mendapatkan nilai dari waktu edar (*cycle time*) alat gali muat. Alat gali muat yang digunakan untuk pengupasan *overburden* adalah *Excavator* komatsu pc 1250 yang memiliki kapasitas *bucket* 6,7 Bcm. Jadi, untuk mencari produktivitas alat gali muat dengan cara dibawah ini:

Rumus:

$$P = \frac{3600}{CT_m} \times C_b \times F_f \times S_f \times E \dots \dots \dots (4.2)$$

Diketahui:

efisiensi kerja (E_k) = 0,82%

Bucket Fill Factor (B_{ff}) = 0,71 %

Kapasitas *Bucket* (K_b) = 6,7 m³

Swell Factor (S_f) = 0,90 %

Cycle Time Alat gali muat (CTM) = 21,96 (Detik)

$$P = \frac{3600}{21,96} \times 6,7 \times 0,71 \% \times 0,90 \times 0,82\% \dots \dots \dots (4.3)$$

$$P = 575,51 \text{ BCM/Jam}$$

Dari hasil perhitungan di atas produktivitas aktual *excavator* komatsu 1250 yang diperoleh yaitu sebesar 575,51 Bcm/Jam, *Excavator* 1250 sudah efisien dan mencapai produktivitas target dalam plan PE sebesar 570 bcm/jam (Lampiran G)

4.2.7 Perhitungan Produktivitas *HD* Komatsu 785

Produktivitas alat angkut dapat dihitung setelah mendapatkan nilai dari waktu edar (*cycle time*) alat angkut. Perhitungan produktivitas aktual *HD* Komatsu 785 dapat menggunakan persamaan berikut:

Rumus:

$$P = \frac{(Kb \times Sf \times Ff) \times n \times Ek \times 3600 \text{ Detik/menit}}{CTa} \dots\dots\dots(4.4)$$

Diketahui:

Kapasitas <i>Bucket</i> (Kb)	= 6,7 m ³
<i>Fill Factor</i> (Ff)	= 0,71 %
Efisiensi Kerja (Ek)	= 0,82 %
<i>Cycle Time</i> Alat Angkut (CTa)	= 1006,80 Detik
<i>Swell Faktor</i> (Sf)	= 0,90 %
Jumlah <i>Passing</i> (n)	= 9 x

$$P = \frac{(6,7 \times 0,90 \times 0,71) \times 9 \times 0,82 \times 3600}{1006,80} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$= 112,98 \text{ Bcm/Jam}$$

Jadi, total rata-rata dari pengangkutan material *overburden* dari *fron overburden* ke disposal dengan menggunakan unit *HD 785* yaitu sebesar 112,98 BCM/jam dengan menggunakan jalur *low wall* dengan jarak yang harus ditempuh sejauh 2800 meter. Secara aktual *productivity HD* komatsu 785 belum mencapai target sesuai rencana atau plan yang dibuat PE sebesar 170 bcm/jam (Lampiran G)

4.3 Mengevaluasi Keserasian Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Nilai keserasian kerja alat (*match factor*) adalah salah satu indikator penting dalam mengevaluasi tingkat keseimbangan antara alat gali muat dan alat angkut. Persamaan menghitung nilai aktual *match factor* adalah sebagai berikut:

Waktu edar alat gali muat (CTm) = 21,96 detik

Jumlah alat gali muat (Nm) = 1

Jumlah alat angkut (Na) = 4 Unit

Waktu edar alat angkut (CTa) = 1006,80 Detik

Banyak pemuatan (n) = 9

Rumus :

$$Mf = \frac{Na \times (CTm \times n)}{Nm \times CTa} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$Mf = \frac{4 \times (21,96 \times 9)}{1 \times 1006,80} \quad Mf = 0,78$$

$$Mf = <1$$

Jadi *match factor* kerja dari alat gali muat dan alat angkut adalah 0,78 artinya terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat sehingga bekerja kurang maksimal, jika ingin mendapatkan sinkronisasi alat mendekati di angka 1 maka harus dilakukan penambahan unit alat angkut, maka efisiensi kerjanya akan meningkat, dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$Mf = \frac{5 \times (21,96 \times 9)}{1 \times 1006,80}$$

$$MF = 0,98$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai aktual *match factor* yang diperoleh dari *excavator* Komatsu PC 1250 dan *HD* Komatsu 785 hampir mendekati angka 1 yaitu sebesar 0,98 dengan menggunakan 1 (satu) unit alat gali muat *excavator* Komatsu PC 1250 dan 5 (lima) unit alat angkut *HD* Komatsu 785 pada jarak tempuh 2800 meter. Jadi sebagai Evaluasi disini untuk mendapatkan sinkronisasi alat dengan mendekati angka 1 maka penulis menambahkan 1 unit alat angkut.

4.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

4.4.1 Kondisi *Front* Penambangan

Pada pengamatan langsung di lapangan, Kondisi lapangan akan sangat berpengaruh pada kinerja alat gali muat dan alat angkut, pada saat penulis melakukan penelitian kondisi lapangan sedikit berair yang diakibatkan setelah kondisi hujan dan juga banyak spoil di dekat area *fron* penambangan OB yang dapat mengakibatkan penyempitan jalan untuk dilewati alat angkut *HD*. Area *front* penambangan OB bisa dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.7 Kondisi *Front* Penambangan OB

4.4.2 Kondisi Jalan Angkut

Kondisi jalan angkut dari *front* penambangan ke disposal sudah cukup baik dengan lebar jalan 25 meter. Akan tetapi pada saat peneliti melakukan pengamatan di lapangan kondisi jalan tersebut dalam keadaan licin, dan berlumpur dikarenakan setelah hujan mengakibatkan operator alat angkut untuk mengurangi kecepatan berkendara supaya mencegah terjadinya insiden dan menjaga *safety* di lapangan. Ketika kondisi cuaca cerah atau tidak hujan jalan akan kering dan mengakibatkan timbulnya debu yang dapat mengganggu pernapasan, solusinya jika jalan kering maka diperlukanya penyiraman jalan supaya mengurangi jalan berdebu. Kondisi keadaan jalan dalam keadaan cuaca setelah hujan dan dalam keadaan kering bisa dilihat pada Gambar 4.8 dan 4.9 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.8 Kondisi Jalan setelah hujan Gambar 4.9 Kondisi Jalan ketika Kering

Berdasarkan pembahasan diatas kondisi jalan sangat mempengaruhi *productivity* Alat angkut. Setelah keadaan jalan selepas hujan yang mengakibatkan tanah licin dan berlumpur diperlukanya perawatan jalan dengan dibantu alat *support* seperti *dozer*. Sedangkan melihat kondisi jalan ketika kering yang mengakibatkan jalan berdebu yang bisa menyebabkan pandangan operator yang sedang mengemudi berkurang akibat debu tersebut. Oleh karena itu, diperlukanya penyiraman jalan saat tanah kering yang dibantu alat *support* seperti *watter truck* agar mengurangi polusi dari debu tersebut. Alat *support* penyiram tanah seperti *watter truck* bisa kita lihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.10 *Water Truck* (Truck Penyiram Jalan)

4.4.3 Pola Pemuatan

Pola pemuatan yang digunakan di lapangan adalah pola pemuatan *Top loading* dengan *single backup*. *Top loading* diartikan cara penggalian dimana posisi *excavator* levelnya berada lebih tinggi dari alat angkut seperti *HD* tetapi dilakukan dengan sambil menggali membuat posisi kedudukan *excavator* itu sendiri, pada umumnya metode *top loading* kurang optimal dilihat dari produktivitas hasil gali, karena berdasarkan hasil pengamatan metode *top loading* tersebut mengakibatkan material tumpah atau tercecer. Berdasarkan pembahasan diatas mengenai metode *Top Loading* yang diterapkan pada alat muat-angkut bisa dilihat pada gambar 4.11 sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.11 Metode *Top Loading*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan saat penulis melaksanakan penelitian di Pit PE PT Priamanaya Energi, maka penulis menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aktivitas pengupasan *overburden* di Pit PE PT Priamanaya Energi dilakukan dengan metode *ripping* menggunakan *Dozer Ripper* Komatsu D375A. Material hasil *ripping* diangkut menggunakan *HD* ke area disposal untuk ditimbun dan diratakan. Di area disposal, terdapat dua alat *support*: *Dozer* Komatsu D155A-8 yang berfungsi meratakan timbunan agar sesuai desain, serta *Motor Grader* Komatsu GD825A yang menjaga kualitas jalan operasional.
2. Berdasarkan produktivitas aktual *Excavator* komatsu pc 1250 adalah 575,51 Bcm/Jam sudah mencapai target *Plan* KPP yaitu sebesar 570 Bcm/jam, sedangkan produktivitas aktual *HD* komatsu 785 yaitu 112,98 BCM/jam dengan jarak 2800 meter ke disposal belum mencapai target plan KPP yaitu sebesar 170 bcm/jam.
3. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *match factor* sebesar 0,78, yang berarti nilai ini kurang dari 1. Artinya, terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat sehingga bekerja kurang maksimal.
4. Sementara faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat gali muat yaitu seperti kondisi jalan yang ketika selepas hujan mengakibatkan tanah menjadi licin sedangkan ketika pada saat tanah kering mengakibatkan jalan berdebu, kondisi lapangan juga mempengaruhi kinerja alat terutama alat angkut bisa memperlambat aktivitas alat yang sedang melakukan pengangkutan di area tersebut, dan pola pemuatan yang digunakan seperti pengamatan di lapangan yaitu *top loading* akibatnya membuat material tumpah dan tercecer.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi dan pembahasan yang dilakukan, maka diberikan beberapa saran atau rekomendasi bagi perusahaan, sebagai berikut:

1. Pengawasan yang tegas oleh pengawas tambang diperlukan untuk mengurangi hambatan-hambatan kerja yang sifatnya pribadi yang dapat mengganggu waktu kerja, sehingga dapat terjadinya peningkatan waktu kerja efektif dan efisiensi kerja.
2. Berdasarkan pengamatan peneliti lapangan faktor tidak tercapainya *produktivty* alat angkut yaitu karena faktor cuaca setelah hujan yang mengakibatkan tanah/ jalan licin, maka dari itu peneliti memberikan saran pada saat keadaan *fron* atau jalan selepas hujan harap rutin untuk memperbaiki jalan agar aktivitas pada penambangan dapat dilakukan secara optimal dan untuk menghindari terjadinya insiden.
3. Nilai *match factor* harus terus diperhatikan agar tidak terjadi waktu tunggu yang berlebihan karena kurang atau lebihnya alat berat yang digunakan. Dari hasil perhitungan *match factor* penulis merekomendasikan dengan penambahan 1 Alat Angkut (*HD*) sehingga akan mendapatkan keserasian kerja alat antara alat gali muat dan alat angkut 100% atau mendekati serasi dengan menggunakan 1 alat gali muat *excavator* Komatsu PC 1250 dan 5 alat angkut *HD* Komatsu 785.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitra Raffin Ricardo. 2024. *Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Untuk Mecapai Target Coal Getting Pada Bulan Februari 2023 di Pit 6D PT Asia Multi Investama, Desa Muaro Kilis, Kecamatan Tengah Ilir, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi*. Tugas Akhir Program Studi D-III Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Padang.
- Heda Kheirulla Utama & Adnyamo Inung Arie. 2021. *Kajian Teknis produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Penambangan Batu Tras*. Jurnal Mining Insight, 02(02): 62.
- Isnaeni Ade, dkk. 2023. *Optimalisasi Cycle Time Alat Angkut Dump Truck untuk Pencapaian Target Produktivitas Pengangkutan Batubara di PT Wahana Bandhawa Kencana Site PT Bara Alam Utama Lahat, Sumatera Selatan*. Jurnal Cakrawala Ilmiah, 02(09): 3551.
- Oemiati Nurnilam, dkk. 2020. *Analisa Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden)*. Jurnal Teknik Sipil, 06(03): 196.
- Prabowo Heri & Marcelino UZD. 2023. *Kajian Teknis Produktivitas dan Kerasian Excavator Dengan Dump Truck Pada Kegiatan Coal Getting Seam 18 PT Kurnia Alam Investama Kabupaten Batangkari Provinsi Jambi*. Journal Of Civil Engginering and Vocntional Education, 10(02): 402.
- Ramadhan Syahrul, 2022. *Alterasi Dan Mineralisasi Endapan Emas Daerah Tahi Ite Kecamatan Rarowatu Utara Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara*. Skripsi Fakultas Teknik Geologi, Universitas Hasanudin Makassar.
- Wijanarko Danang, dkk. 2021. *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan (Studi Kasus: Jalur Lintas Selatan Lot 2 Blitar)*. Jurnal Sondir, 06(01): 11.
- Yanny, dkk. 2024. *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Kegiatan Pemuatan Nikel Ore Dari Stock Yard Ke Tongkang*. Journal Of Research In Engginering, 01(01): 13-14.
- Lanjaya Bram, dkk. 2022. *Pengambilan Data Cycle Time menggunakan Aplikasi Seconds Countl Pada Kajian Produktivitas Alat Gali Muat PT X*. Jurnal Teknik Pertambangan, 325.

LAMPIRAN A Perhitungan *Cycle Time Excavator Komatsu PC 1250*

A.1 Data *Cycle Time Excavator Komatsu PC 1250*

Tabel A.1 Cycle Time Alat Gali Muat

CYCLE TIME ALAT GALI MUAT EXCAVATOR KOMATSU 1250					
No	Dingging (Detik)	Swing isi (Detik)	Loading (Detik)	Swing Kosong (Detik)	Total Seluruh Waktu (Detik)
1	9,01	3,62	3,47	3,59	19,69
2	8,77	4,61	3,78	4,12	21,28
3	9,43	6,27	2,87	4,49	23,06
4	7,84	5,18	3,81	4,84	21,67
5	6,9	4,52	3,27	4,46	19,15
6	7,58	5,74	3,39	4,59	21,3
7	8,11	6,68	3,44	3,65	21,88
8	7,67	6,19	3,31	3,21	20,38
9	8,86	6,45	3,22	4,55	23,08
10	8,34	5,84	6,8	2,47	23,45
11	8,67	6,18	2,44	4,64	21,93
12	8,84	7,77	2,93	3,63	23,17
13	7,71	6,21	3,21	6,28	23,41
14	9,76	5,5	2,9	3,75	21,91
15	9,91	4,66	2,43	3,24	20,24
16	7,96	5,39	2,53	3,68	19,56
17	9,58	5,93	2,52	4,47	22,5
18	11,11	4,64	3,16	3,46	22,37
19	7,84	5,11	4,06	5,58	22,59
20	13,89	6,27	4,12	4,06	28,34
21	9,7	4,84	2,96	4,13	21,63
22	10,51	4,65	3,12	4,52	22,8
23	9,67	3,96	2,93	4,27	20,83
24	9,17	4,18	3,03	3,24	19,62
25	9,81	3,87	3,15	4,77	21,6
26	11,71	4,93	3,49	4,62	24,75
27	13,6	3,93	3,56	4,05	25,14
28	8,3	6,24	2,28	3,03	19,85
29	7,36	6,15	1,97	4,62	20,1
30	8,83	4,4	4,8	3,37	21,4
Rata -	9,21	5,33	3,30	4,11	21,96
Rata					

Sumber: Penulis, 2025

A.2 Waktu Parameter *Digging* Excavator Komatsu PC 1250

Jumlah Data (n) = 30

Min = 6,9 detik

Max = 13,89 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3,3 \log n$

Jumlah Kelas = 5,87

= 6

Interval kelas = $\frac{\text{Maximal} - \text{Minimal}}{\text{Jumlah Kelas}}$

$$= \frac{13,89 - 6,9}{6}$$

Interval Kelas = 1,16

Tabel Frekuensi *Digging*

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
6,9 - 8,06	9	30,00 %	7,68	69,12
8,07 - 9,22	9	30,00 %	8,72	78,48
9,23 - 10,39	7	23,66 %	9,61	67,27
10,40 - 11,55	2	6,67 %	10,81	21,62
11,56 - 12,71	1	3,00 %	11,71	11,71
12,72 - 13,89	2	6,67 %	13,74	27,48
TOTAL	30	100 %	62,27	275,50

Nilai rata-rata *Digging* alat gali muat adalah:

$$\text{Rata-Rata} = \frac{\sum (fi \times xi)}{30}$$

$$= \frac{275,50}{30}$$

$$= 9,21 \text{ Detik}$$

A.3 Waktu Parameter *Swing* Isi Excavator Komatsu PC 1250

Jumlah Data (n) = 30

Min = 3,62 detik

Max = 7,77 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3,3 \log n$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kelas} &= 5,87 \\
 &= 6 \\
 \text{Interval kelas} &= \frac{\text{Maxsimal}-\text{Minimal}}{\text{Jumlah Kelas}} \\
 &= \frac{7,77-3,62}{6} \\
 \text{Interval Kelas} &= 0,69
 \end{aligned}$$

Tabel Frekuensi *Swing* Isi

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
3,62 – 4,31	6	20,00 %	3,99	23,94
4,32 – 5,00	7	23,66 %	4,69	32,83
5,01 – 5,69	4	13,2 %	5,29	21,16
5,70 – 6,38	10	33,47 %	6,10	61,00
6,39 – 7,07	2	6,67 %	6,56	13,12
7,08 – 7,77	1	3,00 %	7,77	7,77
TOTAL	30	100 %	34,4	159,82

Nilai rata-rata *Swing* isi alat gali muat adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-Rata} &= \frac{(\text{fi} \times \text{xi})}{30} \\
 &= \frac{159,82}{30} = 5,33 \text{ Detik}
 \end{aligned}$$

A.4 Waktu Parameter *Loading Excavator Komatsu PC 1250*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Data (n)} &= 30 \\
 \text{Min} &= 1,97 \text{ detik} \\
 \text{Max} &= 6,8 \text{ detik} \\
 \text{Jumlah Kelas} &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 5,87 \\
 &= 6 \\
 \text{Interval Kelas} &= \frac{\text{Maxsimal}-\text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}} \\
 &= \frac{6,8-1,97}{6} = 0.80
 \end{aligned}$$

Tabel Frekuensi *Loading*

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
1,97 – 2,77	7	23,1	2,43	17,01
2,78 – 3,57	17	56,1	3,20	54,4
3,58 – 4,37	5	16,5	4,11	20,55
4,38 – 5,17	0	0	0	0
5,18 – 5,97	0	0	0	0
5,98 – 6,8	1	3,3	6,8	6,8
TOTAL	30	100 %	16,54	98,76

Nilai rata-rata *Loading* alat gali muat adalah:

$$\text{Rata - Rata} = \frac{(fi \times xi)}{30} = \frac{98,76}{30} = 330 \text{ Detik}$$

A.5 Waktu Parameter *Swing* Kosong *Excavator* Komatsu PC 1250

Jumlah Data (n) = 30

Min = 2,47 detik

Max = 6,28 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3.3 \log n = 5,8 = 6$

$$\text{Interval Kelas} = \frac{\text{Maksimal} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}} = \frac{6,28 - 2,47}{6} = 0,6$$

Tabel Frekuensi *Swing* Kosong

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
2,47 – 3,1	1	3,3 %	2,47	2,47
3,2 – 3,73	10	33,8 %	3,41	34,1
3,74 – 4,36	6	20,00 %	4,06	24,36
4,37 – 4,99	11	36,3 %	4,59	50,49
5,00 – 5,62	1	3,3 %	5,58	5,58
5,63 – 6,28	1	3,3 %	6,28	6,28
TOTAL	30	100 %	26,39	123,28

Nilai rata-rata *Swing* Kosong alat gali muat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rata-Rata} &= \frac{(fi \times xi)}{30} = \frac{123,28}{30} \\ &= 4,11 \text{ Detik} \end{aligned}$$

LAMPIRAN B Perhitungan *Cycle Time* HD Komatsu 785

B.1 Data *Cycle Time* HD Komatsu 785

Tabel B.1 *Cycle Time* HD komatsu 785

No	<i>Manuver loading</i> (detik)	<i>loading Time</i> (detik)	<i>Hauling isi</i> (detik)	<i>Manuver dumping</i> (detik)	<i>Dumping</i> (detik)	<i>Hauling Kosong</i> (detik)	<i>Cicle Time</i> (detik)
1	13,32	192,5	430,8	13,21	30,12	310,2	990,13
2	14,65	199,2	435,6	13,45	30,15	315	1008,05
3	13,40	193,2	412,6	14,05	30,40	309,6	973,25
4	14,47	194,2	438	11,47	31,22	331,2	1020,56
5	15,21	196,6	423	13,22	31,55	390	1069,58
6	11,03	197,2	438	13,58	31,17	310,8	1001,78
7	13,14	192,2	404,6	15,12	32,40	312,6	970,06
8	15,92	196,8	436,2	15,70	30,70	310,8	1006,12
9	13,31	201,8	435	15,56	32,53	318	1016,20
10	14,24	194,4	430,8	13,41	30,12	307,2	990,17
11	14,02	182,9	426,6	13,17	30,50	319,2	986,39
12	15,11	189,6	483	14,62	30,23	370,8	1103,36
13	14,20	188,4	415	15,44	30,41	330	993,45
14	13,17	201,8	410,6	13,12	30,24	310,8	979,73
15	13,40	206,4	412,6	13,41	31,15	315	991,96
16	13,26	192,4	423	14,55	32,55	324,6	1009,76
17	14,12	188,4	432	13,77	33,71	367,2	1053,20
18	16,02	187,4	435,6	14,15	30,42	310,2	993,79
19	14,04	188,4	429	17,22	30,18	319,2	998,04
20	13,26	193,2	438	13,25	30,14	313,2	1001,05
21	14,72	190,2	429	13,12	30,17	319,2	996,41
22	13,24	194,8	409,2	13,12	31,25	357,8	1019,41
23	15,01	190,8	431,4	14,27	32,40	313,2	997,08
24	15,68	199,2	447	14,52	32,07	324,6	1033,07
25	12,02	190,2	425,1	12,20	32,60	325,2	997,32
26	13,71	199,2	427,8	13,08	33,15	369	1055,94
27	15,50	201,6	412,2	13,77	32,17	310,2	985,44
28	16,32	190,8	411,8	15,81	33,40	324,6	992,73
29	14,02	180,6	412,2	13,42	30,05	330	980,29
30	15,58	198,5	421,6	15,01	32,22	307,2	990,11
Rata-Rata	14,10	194,21	427,24	13,99	31,31	325,89	1006,80

Sumber: Penulis, 2025

B.2 Waktu Parameter *Manuver Loading HD* Komatsu PC 1250

Jumlah Data (n) = 30

Min = 11,03 detik

Max = 16,32 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3.3 \log n$

= 5.87

= 6

Interval Kelas = $\frac{\text{Maksimal} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}}$

= $\frac{16,32 - 11,03}{6}$

= 0,88

Tabel Frekuensi *Manuver Loading*

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
11,03 – 11,91	1	3,3 %	11,03	11,03
11,92 – 12,79	1	3,3 %	12,02	12,02
12,80 – 13,67	10	33 %	13,32	133,2
13,68 – 14,55	7	23,1 %	14,15	99,05
14,56 – 15,43	5	16,5 %	19,94	99,7
15,44 – 16,32	6	19,8 %	15,83	94,98
TOTAL	30	100 %	86,29	449,98

Nilai rata-rata waktu *manuver loading* alat angkut adalah:

$$\begin{aligned}\text{Rata - Rata} &= \frac{(\text{fi} \times \text{xi})}{30} \\ &= \frac{449,98}{30} \\ &= 14,10 \text{ (detik)}\end{aligned}$$

B.3 Waktu Parameter *Loading HD* Komatsu 785

Jumlah Data (n) = 30

Min = 180,6 detik

Max = 206,4 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3,3 \log n$

= 5,87

$$\begin{aligned}
 &= 6 \\
 \text{Interval Kelas} &= \frac{\text{Maxsimal}-\text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}} \\
 &= \frac{206,4-180,6}{6} \\
 &= 4,3
 \end{aligned}$$

Tabel Frekuensi *Loading*

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
180,6 – 184,9	3	9,9 %	181,36	544,08
184,10 – 189,2	4	13,2 %	188,15	752,6
189,3 – 193,5	9	29,7 %	191,58	1724,22
193,6 – 197,8	6	19,8 %	195,66	1173,96
197,9 – 202,1	7	23,1 %	200,18	1401,26
202,2 – 206,4	1	3,3 %	206,4	206,4
TOTAL	30	100 %	1163,33	5.826,52

Nilai rata-rata waktu *Loading* alat angkut adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – Rata} &= \frac{(\text{fi} \times \text{xi})}{30} \\
 &= \frac{5826,52}{30} \\
 &= 194,21 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

B.4 Waktu Parameter *Hauling* Isi HD Komatsu 785

Jumlah Data (n) = 30

Min = 404,6 detik

Max = 483 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3,3 \log n$
 = 5,87
 = 6

$$\begin{aligned}
 \text{Interval Kelas} &= \frac{\text{Maxsimal}-\text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}} \\
 &= \frac{483 - 404,6}{6} \\
 &= 13,06
 \end{aligned}$$

Tabel Frekuensi *Hauling* Isi

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
404,6 – 417,66	9	29,7 %	411,2	3700,8
417,67 – 430,72	10	33 %	426,67	4266,7
430,73 – 443,78	9	29,7 %	435,53	3919,77
443,79 – 456,84	1	3,3 %	447	447
456,85 – 469,9	0	0 %	0	0
469,9 – 483	1	3,3 %	483	483
TOTAL	30	100 %	2203,4	12817,27

Nilai rata-rata *Hauling* isi alat angkut adalah:

$$\text{Rata - Rata} = \frac{(fi \times xi)}{30} = \frac{12817,27}{30} = 427,24 \text{ (detik)}$$

B.5 Waktu Parameter *Manuver Dumping* HD Komatsu 785

Jumlah Data (n) = 30

Min = 11,47 detik

Max = 17,22 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3,3 \log n$

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{\text{Maximal} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}}$

$$= \frac{17,22 - 11,47}{6}$$

= 0,95

Tabel Frekuensi *Manuver Dumping*

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
11,47 – 12,42	2	6,6 %	11,83	23,66
12,43 – 13,37	8	26,4 %	13,16	105,28
13,38 – 14,32	10	33 %	13,72	137,2
14,33 – 15,27	5	16,5 %	14,76	73,8
15,28 – 16,22	4	13,2 %	15,62	62,48
16,23 – 17,22	1	3,3 %	17,22	17,22
TOTAL	30	100 %	86,31	419,64

Nilai rata-rata waktu *Manuver Dumping* alat angkut adalah:

$$\begin{aligned}\text{Rata - Rata} &= \frac{\sum (f_i \cdot x_i)}{F_i} \\ &= \frac{419,64}{30} \\ &= 13,99 \text{ (detik)}\end{aligned}$$

B.6 Waktu Parameter *Dumping HD Komatsu 785*

Jumlah Data (n) = 30

Min = 30,05 detik

Max = 33,71 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3,3 \log n$

$$= 5,87$$

$$= 6$$

Interval Kelas = $\frac{\text{Maximal} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}}$

$$= \frac{33,71 - 30,05}{6}$$

$$= 0,61$$

Tabel Frekuensi *Dumping*

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
30,05 – 30,66	13	42,9 %	30,24	393,12
30,67 – 31,27	5	16,5 %	31,09	155,45
31,28 – 31,88	1	3,3 %	31,55	31,55
31,89 – 32,49	5	16,5 %	32,25	161,25
32,50 – 33,1	3	9,9 %	32,56	97,68
33,2 – 33,71	3	9,9 %	33,42	100,26
TOTAL	30	100 %	191,11	939,31

Nilai rata-rata waktu *Dumping* alat angkut adalah:

$$\begin{aligned}\text{Rata - Rata} &= \frac{\sum (f_i \cdot x_i)}{F_i} \\ &= \frac{939,31}{30} \\ &= 31,31 \text{ (detik)}\end{aligned}$$

B.7 Waktu Parameter *Hauling* Kosong *HD* Komatsu 785

Jumlah Data (n) = 30

Min = 307,20 detik

Max = 390 detik

Jumlah Kelas = $1 + 3,3 \log n$

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{\text{Maximal} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}}$

= $\frac{390 - 307,20}{6}$

= 13,8

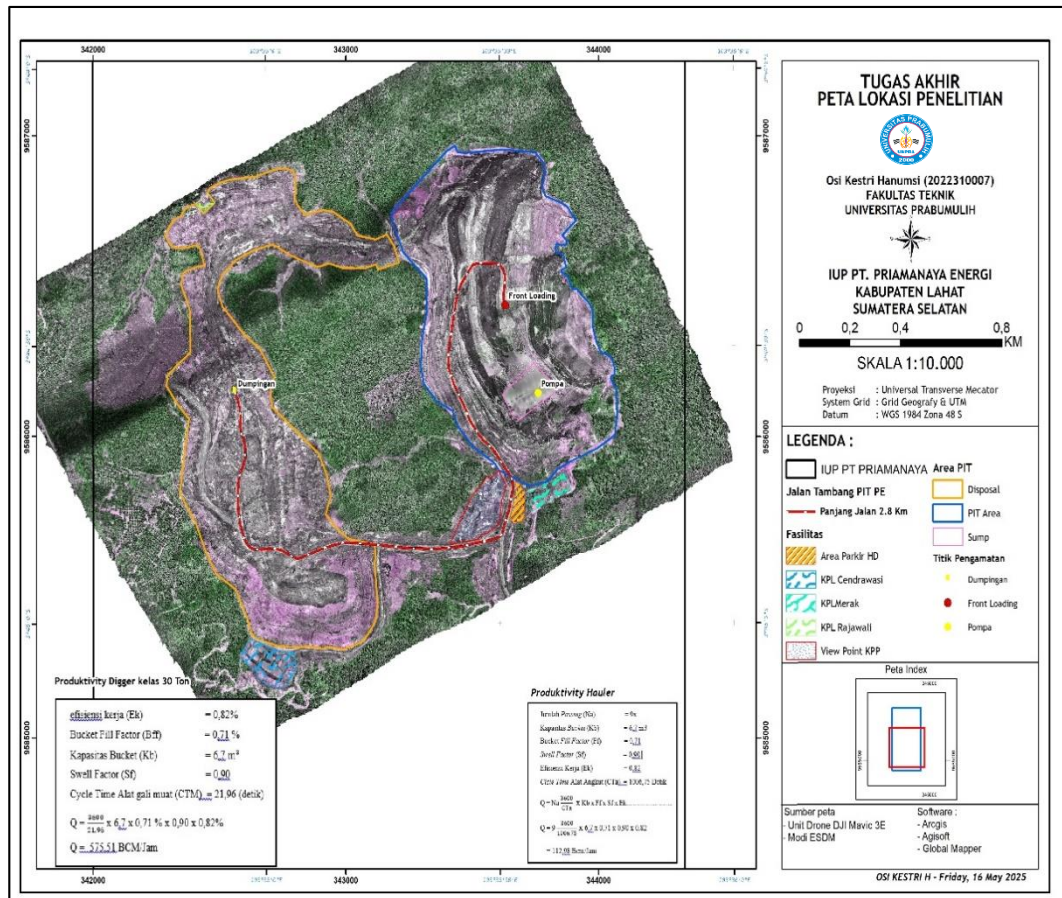
Tabel Frekuensi *Hauling* Kosong

Kelas	Frequency (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
307,20 – 321	19	62,7 %	312,56	5938,64
322 – 334,8	6	19,8 %	326,5	1959
335,8 – 348,6	0	0 %	0	0
349,6 – 362,4	1	3,3 %	357,8	357,8
363,4 – 376,2	3	9,9 %	369	1107
377,2 – 390	1	3,3 %	390	390
TOTAL	30	100 %	1755,86	9752,44

Nilai rata-rata waktu *Hauling* Kosong alat angkut adalah:

$$\begin{aligned}\text{Rata - Rata} &= \frac{\sum (f_i \cdot x_i)}{F_i} \\ &= \frac{9752,44}{30} \\ &= 325,08 \text{ (detik)}\end{aligned}$$

LAMPIRAN C Peta Jarak *Front* Penambangan Sampai Disposal



Sumber: Penulis, 2025

LAMPIRAN D Data Parameter Curah Hujan

Tabel D1 Parameter Curah Hujan

WEATHER CONDITION PE APRIL								
No Date	Date	Rain Time Plan (Hour)	Act Rain Time (Hour)	Slippery Time Plan (Hour)	Act Slippery Time (Hour)	Rainfall Plan (mm)	Act Rainfall (mm)	Frequency
1	01/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
2	02/04/2025	3,3	15,0	1,0	0,9	7,1	14,5	2
3	03/04/2025	3,3	3,8	1,0	2,6	7,1	2,5	1
4	04/04/2025	3,3	13,2	1,0	1,8	7,1	46,0	1
5	05/04/2025	3,3	3,8	1,0	3,3	7,1	2,0	3
6	06/04/2025	3,3	5,5	1,0	0,0	7,1	58,0	1
7	07/04/2025	3,3	10,0	1,0	1,5	7,1	4,5	2
8	08/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
9	09/04/2025	3,3	1,6	1,0	1,0	7,1	4,0	1
10	10/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
11	11/04/2025	3,3	11,7	1,0	1,5	7,1	77,0	1
12	12/04/2025	3,3	2,5	1,0	5,3	7,1	2,5	1
13	13/04/2025	3,3	8,1	1,0	3,7	7,1	20,0	2
14	14/04/2025	3,3	12,3	1,0	1,0	7,1	6,0	1
15	15/04/2025	3,3	10,2	1,0	2,5	7,1	15,0	1
16	16/04/2025	3,3	13,0	1,0	2,5	7,1	16,5	1
17	17/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
18	18/04/2025	3,3	6,8	1,0	0,0	7,1	16,0	1
19	19/04/2025	3,3	7,0	1,0	6,3	7,1	10,0	2
20	20/04/2025	3,3	7,8	1,0	2,0	7,1	12,0	2
21	21/04/2025	3,3	11,6	1,0	5,6	7,1	15,0	3
22	22/04/2025	3,3	1,8	1,0	0,3	7,1	2,5	1
23	23/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
24	24/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
25	25/04/2025	3,3	3,3	1,0	0,0	7,1	8,0	1
26	26/04/2025	3,3	5,5	1,0	1,9	7,1	3,0	2
27	27/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
28	28/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
29	29/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
30	30/04/2025	3,3	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0
TOTAL		99,0	0,0	30,0	0,0	213,9	0,0	0

Sumber: Kontraktor KPP, 2025

LAMPIRAN E Spesifikasi Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 1250

Tabel E.1 Spesifikasi *Excavator* Komatsu PC 1250

Spesifikasi <i>Excavator</i> Komatsu PC 1250	
Berat <i>Operasional</i>	110,700 kg
Kapasitas <i>Bucket</i>	6,7 m ³
Kekuatan Mesin	672 tenaga kuda (HP)
Kedalaman Gali	7,81mm
Tinggi Muat	13,08 mm



Sumber: Penulis, 2025

LAMPIRAN F Spesifikasi Alat Angkut *HD* Komatsu 785

Tabel F.1 Spesifikasi *HD* Komatsu 785

Spesifikasi <i>HD</i> Komatsu 785	
Merk	Komatsu
Type	Hauler 785
Kapasitas Vessel	43 BCM
Kecepatan Bermuatan	65 Km/ jam
Panjang	10.290 mm
Lebar	5.530 mm
Tinggi	5.050 mm
Berat Total	166.000 kg (166 ton)



Sumber: Penulis, 2025

LAMPIRAN G *Plant Produktivity Digger Dan Hauler*

Tabel G.1 *Plan Produktivty Digger dan Hauler*

PIT PE									
EGI	Company	% PA		% UA		PRODTY OB		PRODTY COAL	
		PLAN	ACTUAL	PLAN	ACTUAL	PLAN	ACTUAL	PLAN	ACTUAL
PC1250									
EX2042	KPP	90%	94.6%	48%	51.6%	570	592		
Total									
PC850									
EX1029	KPP	90%	94.3%	48%	45.2%	350	374	270	308
HD785									
DT7129	KPP	90%	95.7%	47%	41.0%	175	150.9		
DT7130	KPP	90%	96.7%	47%	38.5%	175	142.6		
DT7183	KPP	90%	97.4%	47%	45.6%	175	150.6		
DT7185	KPP	90%	97.5%	47%	47.2%	175	201.3		
DT7186	KPP	90%	95.3%	47%	46.1%	175	192.1		
DT7187	KPP	90%	94.8%	47%	43.1%	175	203.2		
DT7232	KPP	90%	93.3%	47%	41.7%	175	151.7		
DT7235	KPP	90%	94.9%	47%	37.7%	175	207.1		
DT7243	KPP	90%	92.2%	47%	43.7%	175	194.8		
DT7244	KPP	90%	94.1%	47%	44.6%	175	204.9		
DT7272	KPP	90%	97.2%	47%	42.9%	175	209.9		
DT7275	KPP	90%	94.5%	47%	44.4%	175	168.3		
DT7256	KPP	90%	98.7%	47%	47.0%	175	191.4		
DT7257	KPP	90%	93.1%	47%	33.8%	175	218.2		
DT7403	KPP	90%	98.4%	47%	44.5%	175	216.7		
DT7404	KPP	90%	98.3%	47%	43.3%	175	223.3		

Sumber: Kontraktor KPP, 2025