

**EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* PC 850
DAN HD 785-7 UNTUK MEMENUHI TARGET PRODUKSI
PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI *SITE PELH*
PT KALIMANTAN PRIMA PERSADA**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**BARRA RIZKY PUTRA PRATAMA
2023310054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

**EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* PC 850
DAN HD 785-7 UNTUK MEMENUHI TARGET PRODUKSI
PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI *SITE PELH*
PT KALIMANTAN PRIMA PERSADA**

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih



**BARRA RIZKY PUTRA PRATAMA
2023310054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

PALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI PRODUKTIVITAS EXCAVATOR PC 850
DAN HD 755-7 UNTUK MEMENUHI TARGET PRODUKSI
PENGUPASAN OVERBURDEN DI SITE FELM
PT KALIMANTAN PRIMA PERSADA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

BARRA RIZKY PUTRA PRATAMA

2023310054

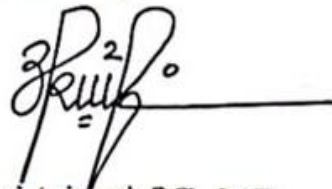
Prabumulih, 20 Mei 2026

Pembimbing I



Ahmad Husni, S.T., M.T.
NUPTK. 6338747650200003

Pembimbing II



Reni Arisanti, S.T., M.T.
NUPTK. 1439755655300002

**Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan**



Richo Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 250771672130283

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berupa laporan tugas akhir ini dengan judul "Evaluasi Produktivitas Excavator PC 350 dan HD 735-7 untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Di Sisa PELN PT Kalimantan Prima Persada" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih pada tanggal 20 Mei 2026.

Prabumulih, 20 Mei 2026

Tim Penguji Laporan Tugas Akhir

Ketua:

Ahmad Husni, S.T., M.T.
NUPTK. 6338747650200003

()

Anggota:

1. Reri Arisanti, S.T., M.T.
NUPTK. 1439755655300002

()

2. Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 250771672130283

()

Mengetahui,



Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., MT., IPM.
NUPTK. 9944755656130172



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 250771672130283

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Barra Rizky Putra Pratama

NIM : 2023310054

Program Studi : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa, tugas akhir ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil *plagiasi*, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku atas perbuatan tersebut.

Prabumulih, 20 Mei 2026

Yang Bersangkutan,



Barra Rizky Putra Pratama
2023310054

ABSTRAK

EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* PC 850 DAN HD 785-7 UNTUK MEMENUHI TARGET PRODUKSI PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI *SITE PELH* PT KALIMANTAN PRIMA PERSADA

Barra Rizky Putra Pratama, 2023310054, 2026

Penelitian ini dilakukan di PT Kalimantan Prima Persada *Site PELH* dengan tujuan mengevaluasi produktivitas *excavator* Komatsu PC 850 dan *off highway truck* HD 785-7 pada kegiatan pengupasan *overburden*. Penelitian juga bertujuan mengetahui nilai *match factor* serta faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat mekanis. Metode penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, pengambilan data *cycle time* alat gali muat dan alat angkut, serta pengolahan data produktivitas menggunakan metode statistik deskriptif. Data diperoleh dari aktivitas pemuatan dan pengangkutan *overburden* di Pit 4 DP menuju *Disposal-1 Site PELH*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata *cycle time excavator* Komatsu PC 850 sebesar 26,27 detik dengan produktivitas aktual sebesar 306 BCM/jam. Sedangkan HD 785-7 memiliki rata-rata *cycle time* sebesar 1050,88 detik dengan produktivitas aktual sebesar 107 BCM/jam. Produktivitas aktual tersebut belum mencapai target perusahaan sebesar 350 BCM/jam. Nilai *match factor* sebesar 1,05 menunjukkan keserasian kerja alat dalam kondisi baik. Rendahnya produktivitas dipengaruhi oleh kondisi material *overburden* yang keras, proses *ripping* yang kurang optimal, waktu tunggu pemuatan, serta kondisi *disposal* yang relatif lunak sehingga memperlambat *dumping* dan manuver alat.

Kata Kunci: Produktivitas, *Cycle time*, *Match factor*, *Overburden*, *Off highway truck* HD 785-7, *Excavator* Komatsu PC 850.

ABSTRACT

PRODUCTIVITY EVALUATION OF PC 850 *EXCAVATORS* AND HD 785-7 HAUL TRUCKS TO ACHIEVE *OVERBURDEN* STRIPPING PRODUCTION TARGETS AT THE PELH *SITE* OF PT KALIMANTAN PRIMA PERSADA

Barra Rizky Putra Pratama, 2023310054, 2026

This research was conducted at PT Kalimantan Prima Persada *Site* PELH to evaluate the productivity of the Komatsu PC 850 *excavator* and HD 785-7 off-highway truck in *overburden* stripping activities. The study also aimed to determine the *match factor* and factors affecting equipment productivity. The research method included field observations, *cycle time* data collection, and productivity analysis using descriptive statistical methods. Data were obtained from *overburden* loading and hauling activities from Pit 4 DP to *Disposal-1 Site* PELH. The results showed that the average *cycle time* of the Komatsu PC 850 *excavator* was 26.27 seconds with an actual productivity of 306 BCM/hour. Meanwhile, the HD785-7 had an average *cycle time* of 1050.88 seconds with an actual productivity of 107 BCM/hour. These productivity values had not reached the company target of 350 BCM/hour. The *match factor* value of 1.05 indicated good compatibility between loading and hauling equipment. Productivity was affected by hard *overburden* material, less optimal ripping processes, loading waiting time, and relatively soft *disposal* conditions that slowed dumping and maneuvering activities.

Keywords: Productivity, *Cycle time*, *Match factor*, *Overburden*, *Off highway truck*
HD 785-7, *Excavator* Komatsu PC 850.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul judul “Evaluasi Produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850 dan HD 785-7 untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan *Overburden* pada di *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada”

Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

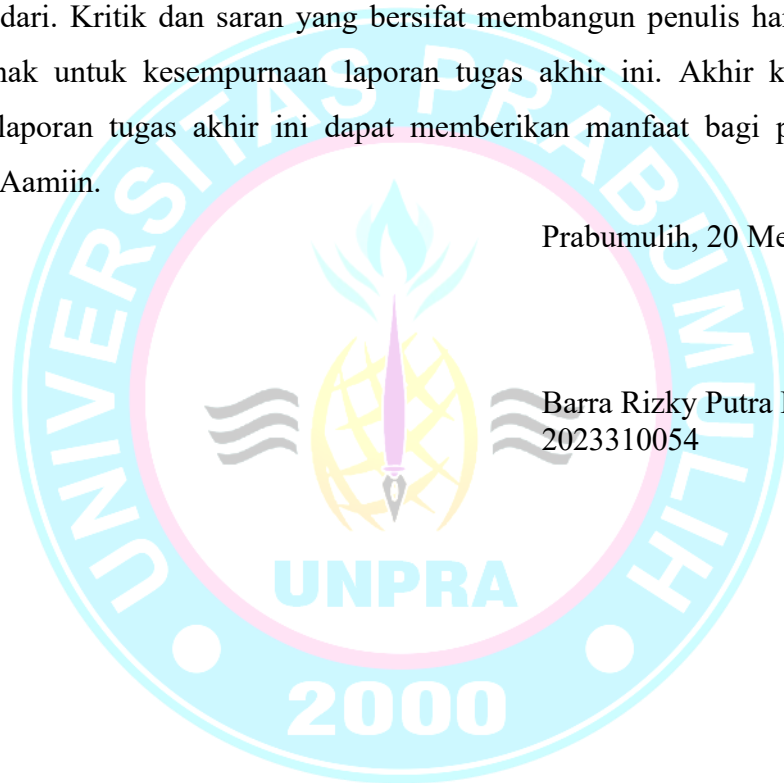
1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si selaku Rektor Universitas Prabumulih
2. Bapak Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., MT., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
3. Ibu Muslika Pratiwi, S.Pd., M.Sc. selaku Wakil Dekan Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih
4. Bapak Dedi Yansen, S.Si., M.Pd. selaku Wakil Dekan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih
5. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan dan Tim Penguji I.
6. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. sebagai Pembimbing I.
7. Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T. sebagai Pembimbing II.
8. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
9. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
10. Ayah, Ady Sandra yang telah mengajarkan pantang menyerah.
11. Bunda, Arta Kusniar S.Pd yang telah mengajarkan ketulusan.
12. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih angkatan 2023, BEM FT Parama Karya, Tim Huru Hara.
13. Kepala Perusahaan, Staff *Dept. Engineering and Production*, PT Kalimantan Prima Persada *Site* PELH yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
14. Para Staff Departemen *Enggineering and Production* selaku Pembimbing Lapangan *Site* PELH PT KPP

15. Diri penulis sendiri, Barra Rizky Putra Pratama. Terima kasih telah bertahan hingga sejauh ini. Terima kasih karena tidak menyerah pada keadaan, tetap berjalan di tengah ketidakpastian, dan terus berusaha meskipun lelah. Tidak semua perjuangan dapat dilihat, tidak semua tangis dapat diceritakan, dan tidak semua beban dapat dibagikan. Namun, setiap langkah yang diambil dengan penuh keyakinan akhirnya mengantarkan pada titik ini. Untuk segala pengorbanan, doa, kesabaran, dan kerja keras yang telah diberikan, terima kasih.

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

Prabumulih, 20 Mei 2026

Barra Rizky Putra Pratama
2023310054



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL DALAM	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian.....	4
2.1.1 Profil Perusahaan.....	8
2.1.2 Sejarah Perusahaan.....	8
2.1.3 Visi Misi.....	9
2.1.4 Struktur Organisasi PT Kalimantan Prima Persada <i>Site</i> PELH.....	9
2.1.5 Keadaan Geologi	12
2.1.6 Keadaan Stratigrafi.....	13
2.1.7 Kegiatan Penambangan	14

	Halaman
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Tanah Penutup (<i>Overburden</i>)	14
2.2.2 Alat Gali Muat dan Alat Angkut	15
2.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	17
2.2.4 Faktor Pengisian <i>Bucket</i> (<i>Bucket Fill factor</i>)	18
2.2.5 Faktor Pengembangan (<i>Swell Factor</i>)	19
2.2.6 Waktu Edar (<i>Cycle time</i>)	20
2.2.7 Keserasian Kerja Alat (<i>Match factor</i>)	21
2.2.8 Waktu Kerja Efektif.....	22
2.2.9 Efisiensi Waktu Kerja.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
3.1.1 Lokasi Penelitian	24
3.1.2 Waktu Penelitian.....	25
3.2 Tahapan Penelitian	25
3.3 Bagan Alir Penelitian.....	28
3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data	29
3.4.1 Teknik Pengumpulan Data	29
3.4.2 Pengolahan Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Menghitung Produktivitas <i>Excavator</i> Komatsu PC 850 dan <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	31
4.1.1 Perhitungan <i>Cycle Time</i> <i>Excavator</i> Komatsu PC 850	31
4.1.2 Perhitungan <i>Cycle Time</i> <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	32
4.1.3 Efisiensi Kerja	33
4.1.4 Penentuan <i>Bucket Fill Factor</i>	35
4.1.5 Perhitungan Produktivitas <i>Excavator</i> Komatsu PC 850.....	36
4.1.6 Perhitungan Produktivitas <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	36
4.1.7 Evaluasi Produktivitas <i>Excavator</i> Komatsu PC 850	37
4.1.8 Evaluasi Produktivitas <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	38
4.2 Evaluasi Keserasian Kerja Alat <i>Excavator</i> Komatsu PC 850 dan <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	39

	Halaman
4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas <i>Excavator</i>	
Komatsu PC 850 dan <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	40
4.3.1 Proses <i>Ripping</i>	40
4.3.2 Kondisi <i>Disposal (Dumping Point)</i>	41
BAB V PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	47



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Peta Kesampaian Daerah PT KPP <i>Site</i> PELH.....	5
Gambar 2.2 <i>Layout</i> Batas Wilayah IUP <i>Site</i> PELH PT KPP	7
Gambar 2.3 Struktur Organisasi <i>Site</i> PELH PT Kalimantan Prima Persada	11
Gambar 2.4 Batas dan Letak Cekungan Sumatera Selatan	12
Gambar 2.5 <i>Excavator</i>	16
Gambar 2.6 <i>Off Highway Truck</i>	17
Gambar 2.7 <i>Bucket Fill Factor</i>	19
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	24
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian.....	28
Gambar 4.1 <i>Bulldozer</i> melakukan <i>Ripping</i>	41
Gambar 4.2 Kondisi <i>Hauling Road Disposal-1</i>	42
Gambar C.1 Alat Gali Muat <i>Excavator</i> Komatsu PC 850	59
Gambar D.1 Alat Angkut <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	60
Gambar E.1 <i>Layout</i> Batas Wilayah IUP <i>Site</i> PELH PT KPP	61
Gambar F.1 Stratifigrafi PT Dizamatra Powerindo.	62
Gambar G.1 Data Curah Hujan Tanggal 20 Maret – 20 April 2026.....	63

DAFTAR TABEL

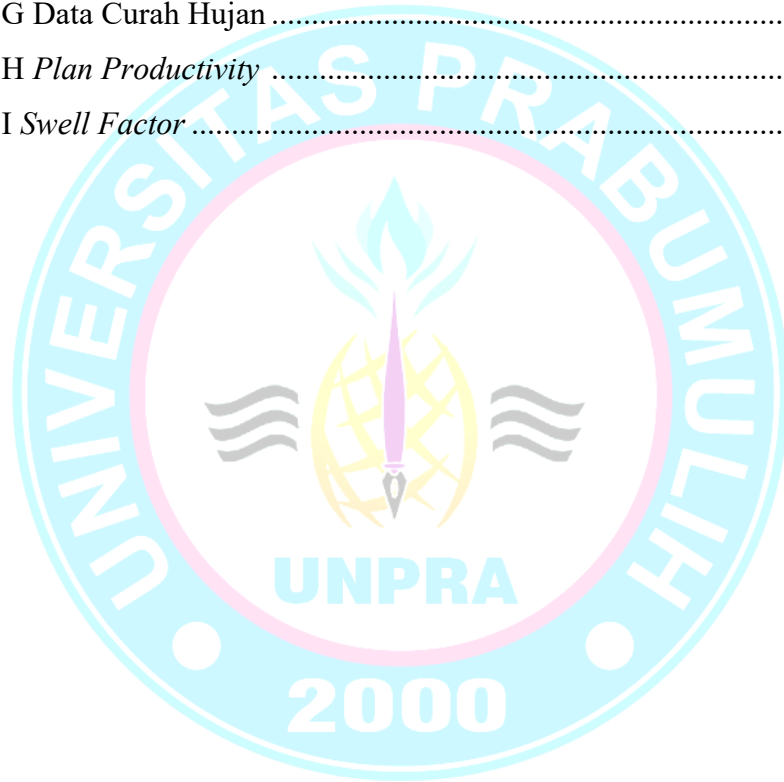
	Halaman
Tabel 2.1 <i>Swell Factor</i> Material.....	20
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	25
Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi <i>Cycle time Excavator</i> Komatsu PC 850	32
Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi <i>Cycle Time</i> OHT HD 785-7.....	33
Tabel 4.3 Efisiensi Kerja	34
Tabel 4. 4 Hambatan Kerja	35
Tabel A.1 <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 850.....	47
Tabel A.2 Distribusi Frekuensi <i>Digging Excavator</i> PC 850.....	48
Tabel A.3 Distribusi Frekuensi <i>Swing Loaded Excavator</i> Komatsu PC 850.....	49
Tabel A.4 Distribusi Frekuensi <i>Dumping Excavator</i> Komatsu PC 850.....	50
Tabel A.5 Distribusi Frekuensi <i>Swing Empty Excavator</i> Komatsu PC 850	51
Tabel B.1 <i>Cycle Time</i> OHT HD785-7.....	52
Tabel B.2 Distribusi Frekuensi <i>Wait To Load</i> OHT HD 785-7	53
Tabel B.3 Distribusi Frekuensi <i>Loading Time</i> OHT HD 785-7.....	54
Tabel B.4 Distribusi Frekuensi <i>Hauling Loaded</i> OHT HD 785-7	55
Tabel B.5 Distribusi Frekuensi <i>Dumping Time</i> OHT HD 785-7	56
Tabel B.6 Distribusi Frekuensi <i>Hauling Empty</i> OHT HD 785-7.....	57
Tabel B.7 Distribusi Frekuensi <i>Manuver Empty</i> OHT HD 785-7	58
Tabel C.1 Spesifikasi Alat Gali Muat <i>Excavator</i> Komatsu PC 850	59
Tabel D.1 Spesifikasi Alat Angkut <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	60
Tabel H.1 <i>Plan Productivity Overburden Site</i> PELH PT KPP	65
Tabel I.1 <i>Swell Factor</i>	66

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan		Kepanjangan
BCM	:	Bank Cubic Meter
BFF	:	<i>Bucket Fill factor</i>
BT	:	Bujur Timur
CT	:	<i>Cycle time</i>
Cta	:	<i>Cycle time</i> Angkut
Ctm	:	<i>Cycle time</i> Muat
EK	:	Efisiensi Kerja
HD	:	Heavy Duty
IUP	:	Izin Usaha Pertambangan
KB	:	Kapasitas <i>Bucket</i>
KPP	:	Kalimantan Prima Persada
LS	:	Lintang Selatan
MF	:	<i>Match factor</i>
OHT	:	<i>Off Highway Truck</i>
PC	:	Power Crawler
PE	:	Power <i>Excavator</i>
SF	:	Swell Factor
UTM	:	Universal Transverse Mercator
WGS	:	World Geodetic System

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 850	47
Lampiran B <i>Cycle Time Off Highway Truck</i> HD 785-7	52
Lampiran C Spesifikasi <i>Excavator</i> Komatsu PC 850	59
Lampiran D Spesifikasi <i>Off Highway Truck</i> HD 785-7	60
Lampiran E Peta Izin Usaha Pertambangan <i>Jobsite</i> PELH PT KPP	61
Lampiran F <i>Stratigrafi</i>	62
Lampiran G Data Curah Hujan	63
Lampiran H <i>Plan Productivity</i>	65
Lampiran I <i>Swell Factor</i>	66



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan penambangan batubara di Indonesia pada umumnya dilakukan dengan metode tambang terbuka, dimana salah satu tahapan awal yang harus dilaksanakan adalah pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*). Pengupasan *overburden* bertujuan untuk membuka lapisan batubara agar dapat ditambang sesuai dengan rencana produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Keberhasilan kegiatan ini sangat berpengaruh terhadap kelancaran tahapan penambangan selanjutnya serta pencapaian target produksi secara keseluruhan (Oemiati et al., 2020).

Kegiatan pengupasan *overburden*, peran alat mekanis berupa alat gali muat dan alat angkut menjadi sangat penting. Alat gali muat digunakan untuk melakukan pembongkaran dan pemuatan material *overburden*, sedangkan alat angkut berfungsi memindahkan material tersebut dari lokasi penggalian menuju area penimbunan (*disposal*). Kombinasi dan kinerja kedua alat tersebut harus berjalan secara seimbang agar proses pengupasan *overburden* dapat berlangsung secara efektif dan efisien (Manullang et al., 2020).

Produktivitas alat gali muat dan alat angkut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain waktu edar (*cycle time*), kapasitas alat, efisiensi waktu kerja, serta keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut atau yang dikenal dengan *match factor*. Apabila faktor-faktor tersebut tidak dikelola dengan baik, maka dapat menimbulkan waktu tunggu alat, penurunan produktivitas, serta pemborosan waktu dan biaya operasional (Herniti et al., 2023).

Pelaksanaan kegiatan penambangan pada perusahaan menetapkan target produksi pengupasan *overburden* secara berkala, salah satunya target produksi bulanan. Target produksi bulanan ini digunakan sebagai acuan untuk mengendalikan kinerja operasional alat dan memastikan rencana penambangan dapat tercapai sesuai jadwal. Namun, pada kondisi aktual di lapangan sering dijumpai perbedaan antara produktivitas alat yang direncanakan dengan produktivitas yang terealisasi, sehingga target produksi bulanan pengupasan *overburden* tidak selalu tercapai sesuai rencana (Alan et al., 2021).

Produktivitas alat gali muat dan alat angku pada kegiatan pengupasan *overburden* perlu di evaluasi untuk mengetahui tingkat pencapaian kinerja alat terhadap target produksi yang telah ditetapkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut dalam memenuhi target produksi bulanan pengupasan *overburden* pada penambangan batubara di PT Kalimantan Prima Persada *Site* PELH. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja aktual alat, tingkat keserasian kerja, serta faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas, sehingga dapat menjadi dasar perbaikan dalam upaya pencapaian target produksi perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa produktivitas *excavator* PC 850 dan HD 785-7 pada pengupasan *overburden* di *Site* PELH PT KPP?
2. Berapa keserasian kerja antara *excavator* PC 850 dan HD 785-7 pada pengupasan *overburden* di *Site* PELH PT KPP?
3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *excavator* PC 850 dan HD 785-7 yang digunakan pada pengupasan *overburden* di *Site* PELH PT KPP

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghitung produktivitas *excavator* PC 850 dan HD 785-7 pada pengupasan *overburden* di *Site* PELH PT KPP.
2. Menghitung keserasian kerja antara *excavator* PC 850 dan HD 785-7 pada pengupasan *overburden* di *Site* PELH PT KPP.
3. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *excavator* PC 850 dan HD 785-7 yang digunakan pada pengupasan *overburden* di *Site* PELH PT KPP.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis mencakup keuntungan untuk mahasiswa dan fakultas. memberikan pengalaman yang berharga serta mendapatkan pembelajaran dan wawasan. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya terkait pengetahuan mengenai Evaluasi Produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850 dan HD 785-7 untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan *Overburden* di *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat berguna dalam mengatasi yang akan dihadapi di dunia kerja nanti dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya dan juga diharapkan berguna untuk perusahaan dalam meningkatkan efisiensi kerja, menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan Masalah dalam penelitian ini dibatasi pada Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 850 PE dan Alat Angkut *Off highway truck* HD 785-7 untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan Pengupasan *Overburden* pada Penambangan Batubara dari *Front* Penambangan Pit 4 DP ke *Disposal-1* Pit 4 DP di *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada.

BAB II

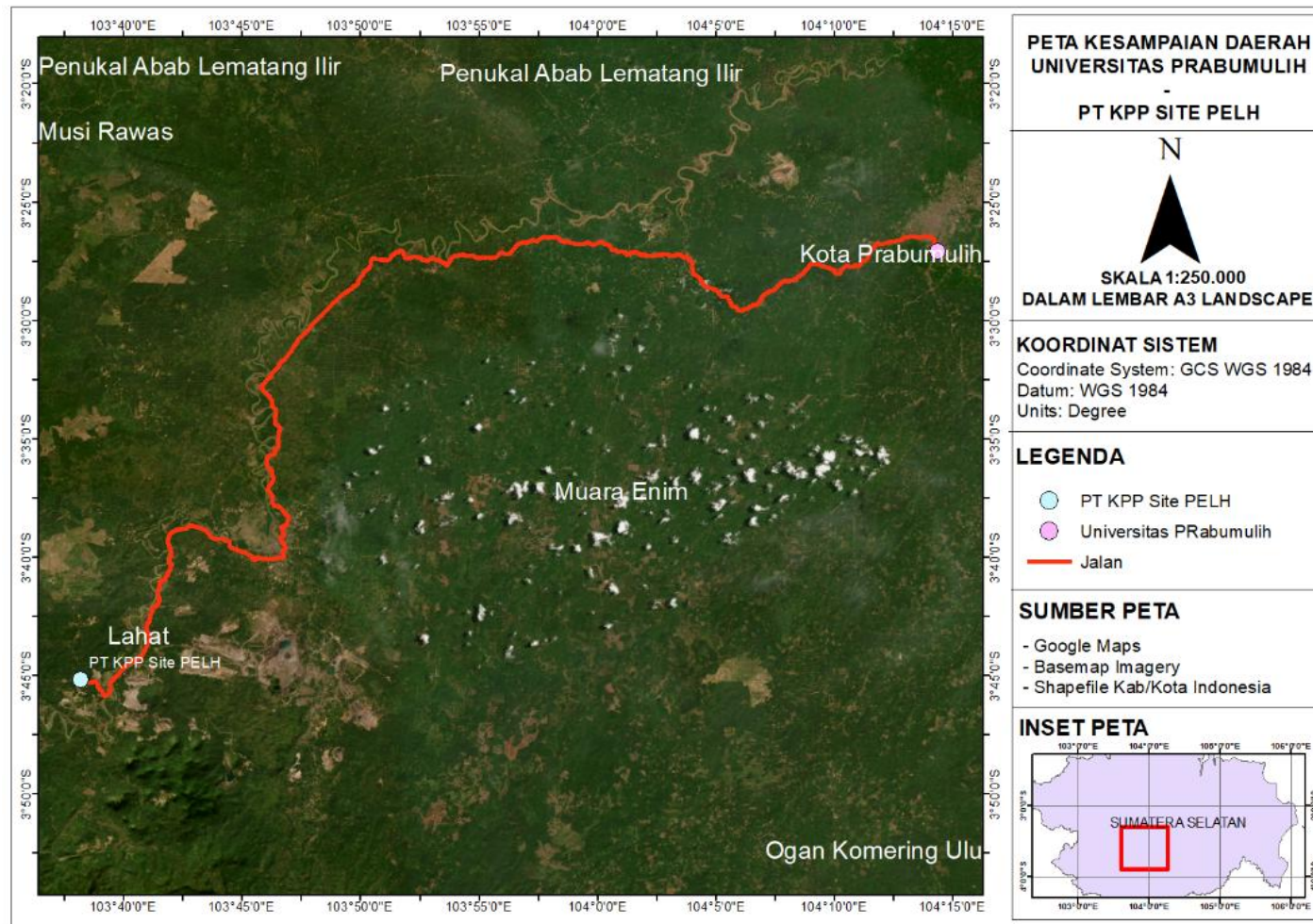
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada area operasional PT Kalimantan Prima Persada (KPP) *Site* PELH yang secara administratif terletak di Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Wilayah ini termasuk dalam kawasan pertambangan batubara dengan metode tambang terbuka (*open pit mining*) yang aktivitas utamanya meliputi pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) dan penambangan batubara.

Lokasi penelitian berada pada kisaran koordinat 103°40' BT hingga 104°15' BT dan 3°20' LS hingga 3°50' LS. Area ini berbatasan dengan beberapa wilayah administratif, antara lain Kabupaten Muara Enim di bagian utara, Kota Prabumulih di bagian timur, serta Kabupaten Lahat sebagai lokasi utama kegiatan penambangan.

Lokasi penelitian dapat ditempuh dari Kota Prabumulih melalui jalur darat menuju area operasional PT KPP *Site* PELH dengan jarak tempuh sekitar ± 120 km dan waktu perjalanan kurang lebih 3–4 jam, tergantung kondisi jalan dan cuaca. Akses menuju lokasi penelitian sebagian besar menggunakan jalan nasional, jalan kabupaten, serta jalan operasional tambang (*hauling road*) yang digunakan untuk mobilisasi alat berat maupun kendaraan operasional perusahaan. Sebelum memasuki wilayah IUP pertambangan, perjalanan akan melewati Pos 2 sebagai titik pemeriksaan dan pengawasan akses masuk area operasional tambang. Setelah tiba di Pos 2, perjalanan menuju area kerja dilanjutkan menggunakan bus operasional perusahaan menuju beberapa lokasi kegiatan seperti *office*, *front penambangan*, *disposal*, *stockpile/stockroom/stockyard*, *crushing plant* serta *area container drop point/packmeal* yang digunakan sebagai titik distribusi konsumsi dan perlengkapan operasional lapangan. Penyajian peta menggunakan orientasi landscape pada lembar A3 dilakukan agar area penelitian, jalur kesampaian, dan informasi spasial lainnya dapat terlihat lebih luas, proporsional, serta mudah dipahami



Sumber: Penulis, 2026

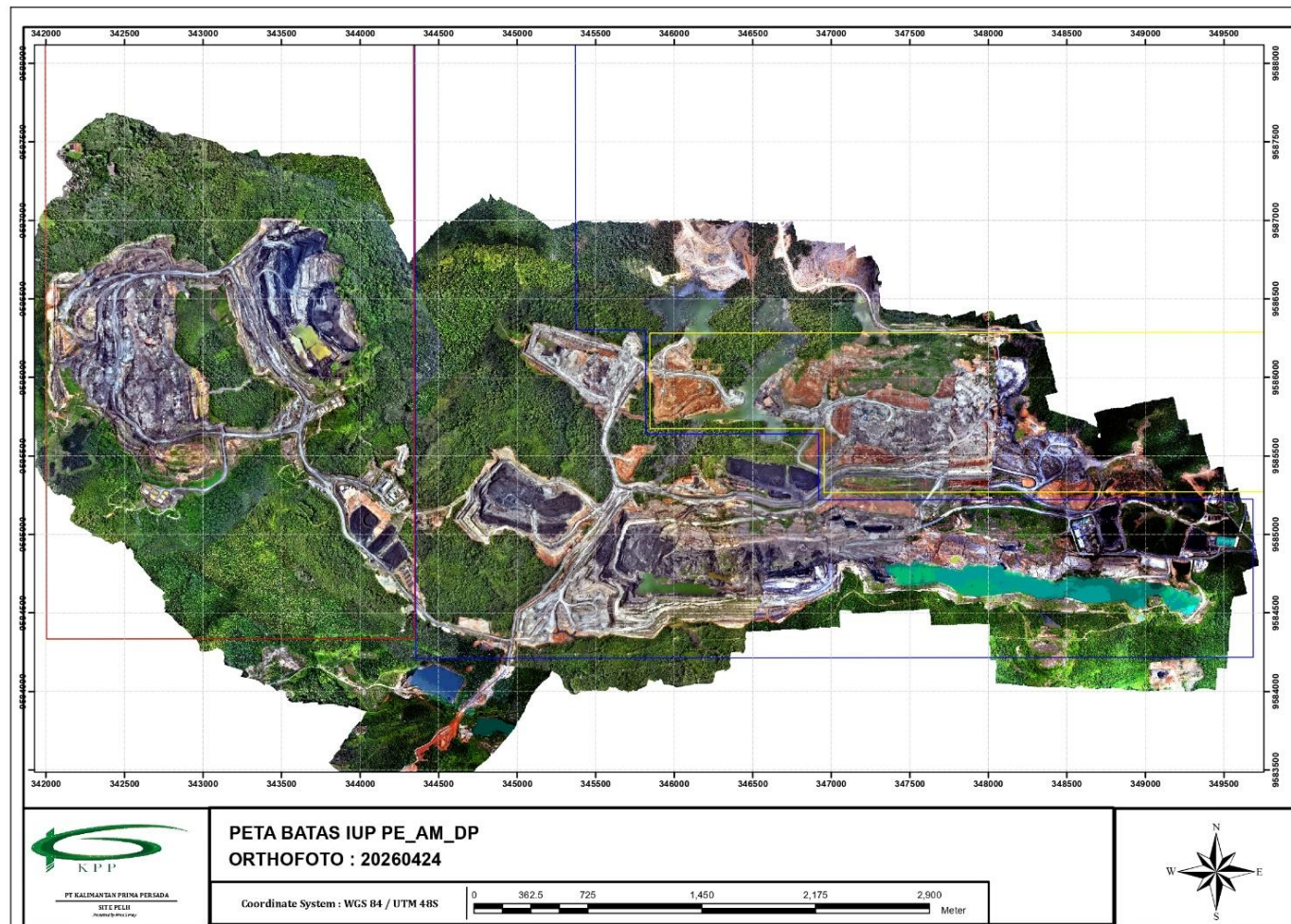
Gambar 2.1 Peta Kesampaian Daerah PT KPP *Site* PELH

Gambar 2.1 menunjukkan peta lokasi penelitian yang berada di wilayah operasional lokasi penelitian di PT KPP *Site* PELH dapat dicapai dari Kota Prabumulih sebagai titik awal keberangkatan. Rute perjalanan menuju lokasi penelitian ditunjukkan oleh garis berwarna merah pada peta, yang menggambarkan jalur akses utama menuju area tambang.

Peta batas IUP (Izin Usaha Pertambangan) PT KPP *Site* PELH disajikan dalam bentuk *orthophoto* untuk menggambarkan kondisi aktual area operasional tambang dan batas wilayah penelitian. Peta ini digunakan sebagai acuan dalam mengetahui sebaran area penambangan, batas wilayah kerja, serta fasilitas penunjang kegiatan operasional tambang di lokasi penelitian. Informasi spasial yang ditampilkan pada peta membantu dalam memahami tata letak area kerja dan hubungan antar lokasi kegiatan penambangan.

Area operasional PT KPP *Site* PELH terdiri atas beberapa fasilitas utama yang mendukung kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) dan penambangan batubara. Fasilitas tersebut meliputi area pit, *disposal*, *hauling road*, kolam pengendapan (*settling pond*), area *stockpile*, serta fasilitas penunjang lainnya. Kondisi area tambang yang cukup luas dan memiliki topografi bergelombang menyebabkan perlunya pemetaan yang detail agar proses pengawasan, perencanaan, dan kegiatan operasional dapat berjalan dengan baik.

Peta *orthophoto* memberikan *visualisasi* kondisi lapangan yang lebih aktual karena menampilkan kenampakan permukaan area tambang secara nyata dari hasil pemotretan udara. Selain memperlihatkan batas wilayah IUP, peta juga menunjukkan sistem koordinat UTM WGS 84 Zona 48S yang digunakan sebagai acuan posisi spasial di area penelitian. Penyajian peta dalam orientasi *landscape* bertujuan agar cakupan wilayah tambang dapat terlihat lebih luas dan informasi pada peta menjadi lebih mudah dipahami.



Sumber: Dept. Engineering & Production Site PELH KPP, 2026

Gambar 2.2 Layout Batas Wilayah IUP Site PELH PT KPP

Peta batas wilayah IUP pada area operasional PT KPP Site PELH disajikan dalam bentuk *orthophoto* hasil pemetaan tanggal 24 April 2026. Peta ini memperlihatkan kondisi aktual area tambang secara menyeluruh, meliputi batas wilayah penambangan, area pit, *disposal*, *hauling road*, kolam pengendapan (*settling pond*), serta area pendukung operasional lainnya. Selain itu, peta juga menampilkan sistem koordinat UTM WGS 84 Zona 48S yang digunakan sebagai acuan posisi spasial di area penelitian. Penyajian peta bertujuan memberikan gambaran kondisi aktual wilayah IUP dan tata letak area operasional tambang yang menjadi lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.2.

2.1.1 Profil Perusahaan

PT Kalimantan Prima Persada (KPP Mining) adalah entitas bisnis di grup Astra yang menyediakan jasa penambangan terintegrasi (*Integrated Mining Services*) dengan portofolio bisnis meliputi jasa kontraktor penambangan (*Coal Mining Contractor*), jasa pengangkutan (*Road & Hauling Services Operator*), dan jasa operator pelabuhan (*Port Operator Services*).

2.1.2 Sejarah Perusahaan

PT Kalimantan Prima Persada merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa pertambangan terintegrasi (*integrated mining services*) di Indonesia. Perusahaan ini didirikan pada 9 september tahun 2003, berdasarkan akte notaris No. 57 yang dikeluarkan kantor notaris Noor Hasanah dan berdomisili di Banjarbaru, Kalimantan Selatan sebagai anak perusahaan dari PT Pamapersada Nusantara, yang merupakan salah satu kontraktor pertambangan terbesar di Asia Tenggara.

PT Kalimantan Prima Persada pada awal pendiriannya, dibentuk dengan konsep sebagai *mining developer*, yaitu perusahaan yang tidak hanya berperan sebagai kontraktor, tetapi juga mengembangkan dan mengelola kegiatan pertambangan secara menyeluruh. Fokus awal perusahaan adalah memberikan layanan pertambangan batubara, khususnya untuk mendukung pertumbuhan industri tambang skala kecil hingga menengah di wilayah Kalimantan.

Perusahaan mulai memperluas kegiatan operasionalnya. Tidak hanya terbatas pada kegiatan eksplorasi dan penambangan, PT Kalimantan Prima Persada juga mengembangkan layanan terintegrasi yang mencakup pengupasan *overburden*, *coal getting*, pengangkutan batubara (*hauling*), hingga pengelolaan pelabuhan (*port operation*).

PT Kalimantan Prima Persada terus mengalami pertumbuhan yang signifikan. Perusahaan memperluas wilayah operasinya ke berbagai daerah di Indonesia, seperti Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Tengah, serta meningkatkan kapasitas produksi dan kualitas layanan.

PT Kalimantan Prima Persada telah berkembang menjadi salah satu perusahaan jasa pertambangan terintegrasi yang berperan penting dalam industri batubara nasional, dengan dukungan sumber daya manusia yang kompeten serta sistem operasional yang modern dan berkelanjutan.

2.1.3 Visi Misi

Visi dan Misi PT Kalimantan Prima Persada :

1. Visi

Menjadi perusahaan jasa pertambangan terintegrasi terbesar di Indonesia dengan mengedepankan kualitas layanan, efisiensi operasional, kemampuan rekayasa tambang, serta keselamatan dan keberlanjutan lingkungan.

2. Misi

- a. Menyediakan layanan pertambangan terpadu dengan kualitas terbaik, harga kompetitif, dan tepat waktu.
- b. Meningkatkan nilai bagi pemegang saham.
- c. Mengembangkan kompetensi dan keterikatan karyawan.
- d. Membangun hubungan yang saling menguntungkan dengan pemangku kepentingan.
- e. Mengutamakan keselamatan kerja, keamanan, dan lingkungan hidup.

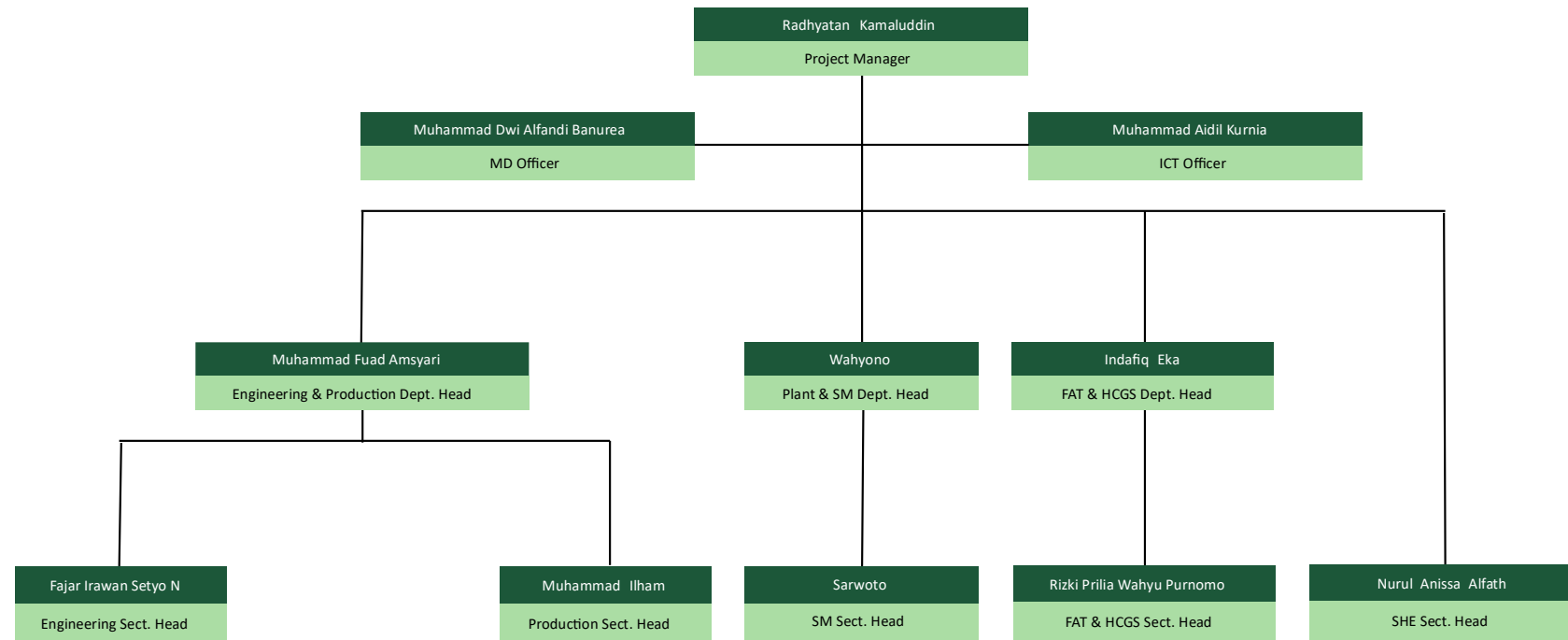
2.1.4 Struktur Organisasi PT Kalimantan Prima Persada Site PELH

Struktur organisasi perusahaan merupakan suatu sistem yang menggambarkan pembagian tugas, tanggung jawab, wewenang, serta

hubungan kerja antar bagian dalam suatu perusahaan. Struktur organisasi disusun untuk mengatur koordinasi dan komunikasi antar individu maupun departemen agar kegiatan operasional perusahaan dapat berjalan secara efektif dan efisien. Melalui struktur organisasi, setiap karyawan dapat memahami posisi, tugas, dan fungsi kerja masing-masing sesuai dengan bidang yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Penerapan struktur organisasi pada perusahaan pertambangan memiliki peranan penting dalam mendukung kelancaran kegiatan operasional di lapangan. Kegiatan penambangan melibatkan banyak departemen yang saling berkaitan, seperti departemen produksi, engineering, plant, safety, human resource, serta departemen pendukung lainnya. Hubungan kerja yang terorganisir dengan baik akan mempermudah proses pengawasan, pengambilan keputusan, serta koordinasi antar bagian dalam mencapai target produksi perusahaan.

Struktur organisasi di *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada disusun berdasarkan kebutuhan operasional perusahaan dan pembagian fungsi kerja pada masing-masing departemen. Setiap bagian memiliki tugas dan tanggung jawab yang berbeda sesuai bidang pekerjaannya, namun tetap saling terintegrasi dalam mendukung kegiatan operasional penambangan. Struktur organisasi *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada dapat dilihat pada Gambar berikut.



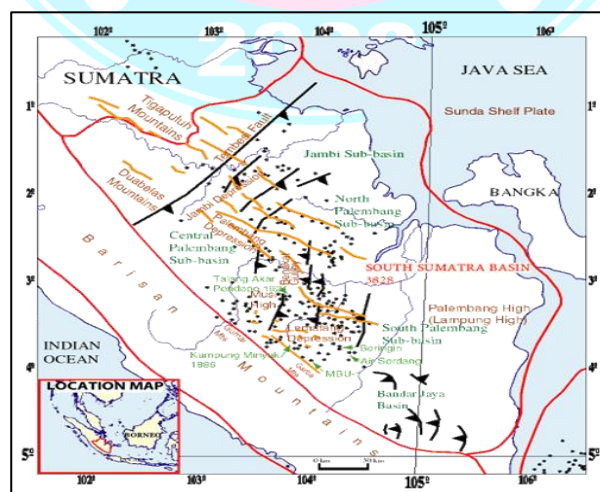
Sumber: Dept. HCGS & FAT PT KPP, 2026

Gambar 2.3 Struktur Organisasi *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada

Struktur organisasi di *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada menggambarkan hubungan koordinasi, pembagian tugas, serta tanggung jawab masing-masing departemen dalam mendukung kegiatan operasional perusahaan. Susunan organisasi tersebut dipimpin oleh *Project Manager* sebagai pimpinan tertinggi di *site* yang membawahi beberapa departemen, seperti *Management Development Departement, Engineering and Production Departement, Plant & Supply Management Departement, Information Technology, Human Capital General Services Departement*, serta *Safety Health Environment Department*. Masing-masing departemen memiliki fungsi dan tanggung jawab yang berbeda sesuai bidang kerjanya dalam mendukung kelancaran operasional ditunjukkan pada Gambar 2.3.

2.1.5 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. Menurut teori lempeng tektonik, cekungan batubara Tersier di bagian barat Indonesia terhubung ke busur kepulauan.



Sumber: Bishop, 2001.

Gambar 2.4 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 *orogenesis* 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 studi De Coster (1974) tentang siklus sedimen di Cekungan Sumatera Selatan, batuan dan endapan batubara di Formasi Muara Enim memiliki siklus sedimen regresi.

2.1.6 Keadaan Stratigrafi

Menurut Ramadhana (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 dibeberapa tempat berupa gampingan, dengan sisipan batu gamping.
2. Formasi Air Benakat berupa perselingan batu lempung dengan batu lanau dan serpih yang pada umumnya bersifat karbonatan
3. Formasi Muara Enim berupa batu lempung, batu lanau dan batu pasir tufaan dengan sisipan batubara
4. Formasi Kasai yang tersusun atas tufa, tufa pasir dan batu pasir tufaan yang mengandung batu apung
5. Satuan gunung api muda berupa breksi gunung api, lava dan tufa yang bersifat andesit
6. 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 berdasarkan 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.

2.1.7 Kegiatan Penambangan

PT Kalimantan Prima Persada *Site* PELH merupakan perusahaan kontraktor pertambangan yang melakukan pekerjaan di wilayah IUP PT Dizamatra Powerindo dan wilayah IUP PT Priamanaya Energi. Urutan Kegiatan Penambangan yang dilakukan PT Kalimantan Prima Persada *Site* PELH pada wilayah IUP adalah sebagai berikut:

1. Pembukaan lokasi penambangan dan *land clearing*
2. Pengupasan *top soil*
3. Pengupasan *overburden*
4. Penimbunan *overburden* ke *disposal*
5. Penggalian dan pengangkutan batubara

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Tanah Penutup (*Overburden*)

Pertambangan batubara terdapat beberapa jenis lapisan tanah yaitu lapisan pertama *top soil* dan *sub soil*, lapisan kedua pasir dan *overburden*, dan lapisan terakhir adalah batubara. Dalam hal ini lapisan tanah penutup (*overburden*) merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh kontraktor untuk mendapatkan batubara. Tanah penutup (*overburden*) adalah semua lapisan tanah / batuan berada di atas dan langsung menutupi lapisan bahan galian berharga sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dapat menggali bahan galian berharga tersebut (Oemiati et al., 2020).

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) yang diawali dengan penggalian dan pengangkutan menuju area penimbunan (*disposal*). Lapisan tanah penutup dipindahkan dari lokasi penggalian (*front*) menuju *disposal* memerlukan alat mekanis berupa alat muat dan alat angkut. (Oemeati et al., 2020).

Overburden merupakan lapisan yang berada di bagian atas dan menutupi lapisan batubara yang akan ditambang. Lapisan ini berisikan material yang tidak memiliki unsur hara, lapisan ini biasanya tersusun atas lapisan-lapisan batuan yang beragam. Kegiatan penggalian dan pemuatan *overburden* sangat penting dilakukan untuk mengambil sejumlah batubara yang ingin diproduksi (Manullang et al., 2020).

2.2.2 Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Menurut (Setyohaji et al., 2025) Alat gali muat adalah alat mekanis (umumnya *excavator*) yang digunakan untuk menggali dan memuat material ke dalam alat angkut.

Menurut (Setyohaji et al., 2025) Alat angkut adalah alat berat (seperti *dump truck*) yang berfungsi mengangkut material yang telah dimuat oleh alat gali muat dari lokasi penggalian ke lokasi pembuangan atau tempat lain.

1. *Excavator*

Excavator adalah alat berat mekanik yang terutama digunakan untuk menggali dan memuat material tambang (seperti tanah penutup, batuan, atau bijih) ke dalam alat angkut (Setyohaji et al., 2025).

Pemilihan jenis dan tipe *excavator* menentukan produktivitas dan efisiensi karena setiap tipe memiliki kapasitas, kecepatan siklus, dan karakteristik berbeda.

Pemilihan jenis dan tipe *excavator* harus disesuaikan dengan jenis pekerjaan tanah (Putra & Dani, 2021).



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 2.5 *Excavator*

Excavator yang digunakan dalam kegiatan pengupasan *overburden* berfungsi untuk melakukan proses penggalian material tanah penutup sekaligus memuat material tersebut ke dalam alat angkut.

2. *Dump truck*

Dump truck adalah alat angkut berat yang berfungsi untuk mengangkut material galian (tanah, batu, *overburden*) dari lokasi muat (*loading point*) ke lokasi pembuangan (*disposal*) atau ke *stockpile* (Setyohaji et al., 2025).

Menurut (Fauzi & Dani, 2021) perbandingan produktivitas *dump truck* dipengaruhi kapasitas, jarak angkut, dan kondisi lapangan.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 2.6 Off highway truck

Dump truck yang digunakan sebagai alat angkut dalam kegiatan pengupasan *overburden* berfungsi untuk mengangkut material hasil galian dari lokasi pemuatan (*loading point*) menuju *area disposal*.

2.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Menurut (Herniti et al., 2023) untuk mengetahui hasil produktivitas alat gali muat dan alat angkut, dapat dilihat dari hasil produksi aktual dan perbandingan produksi nyata dengan produksi teoritis.

1. Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas alat gali muat dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = KB \times \frac{3600}{CT} \times SF \times FF \times EF \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

P = Kemampuan Produktivitas alat muat (BCM/Jam)

CT = *Cycle time* alat muat (detik)

KB = Kapasitas *Bucket* (m^3)

FF = *Fill factor* (%)

SF = *Swell Factor* (%)

EF = *Efisiensi Kerja* (%)

2. Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = N \times KB \times \frac{3600}{CT} \times SF \times FF \times EF \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

P = Kemampuan produktivitas alat angkut (BCM/Jam)

CT = *Cycle time* alat angkut (detik)

KB = Kapasitas *Vessel* (m^3)

SF = *Swell Factor* (%)

FF = *fill factor* (%)

N = Banyak pengisian dalam satu kali *loading* (kali)

EF = Efisiensi kerja (%)

2.2.4 Faktor Pengisian *Bucket* (*Bucket Fill factor*)

Faktor Pengisian *Bucket* adalah adalah perbandingan antara volume material yang dapat ditampung oleh *bucket* aktual terhadap *bucket* teoritis dan dinyatakan dalam persen (Ladianto & Ernawati, 2019).

Faktor Pengisian *Bucket* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

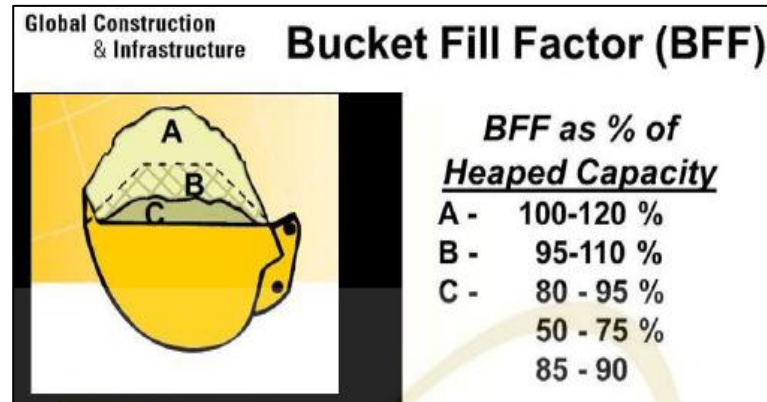
$$BFF = \left(\frac{V_a}{V_t} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

BFF = *Bucket Fill factor* (%)

V_a = Volume *Bucket* Aktual (m^3)

V_t = Volume *Bucket* Teoritis (m^3)



Sumber: Caterpillar, 2019

Gambar 2.7 *Bucket Fill Factor*

Gambar 2.7 menunjukkan ilustrasi *bucket fill factor* pada alat gali muat. *bucket fill factor* digunakan untuk mengetahui seberapa optimal proses pemuatan material *overburden* ke dalam *bucket excavator*.

2.2.5 Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Pengembangan material adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempatnya. Di alam, material didapati dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian – bagian yang kosong (*void*) yang terisi udara diantara butir – butirnya (Ichsannudin et al., 2019).

Swell Factor dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SF = \frac{\text{densitas loose}}{\text{densitas bank}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

SF = *Swell Factor* (%)

Densitas *loose* = Berat Jenis Material pada kondisi *loose* (m³)

Densitas *bank* = Berat Jenis Material pada kondisi *bank* (m³)

Angka – angka *swell factor* untuk setiap klasifikasi material berbeda sesuai dengan jenis material itu sendiri seperti terlihat pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 *Swell Factor* Material

Macam Material	<i>Swell Factor</i>
Bauksit	0,75
Tanah liat, kering	0,85
Tanah liat, basah	0,80
Batubara (antrasit – bituminus)	0,74
Bijih Tembaga	0,74
Tanah Biasa, Kering	0,85
Tanah biasa, basah	0,85
Tanah biasa bercampur kerikil	0,90
Kerikil kering	0,89
Kerikil basah	0,88
Granit, pecah-pecah	0,56-0,67
Hematite, pecah-pecah	0,45
Bijih besi, pecah-pecah	0,45
Batu kapur, pecah-pecah	0,57-0,60
Lumpur	0,83
Lumpur. Sudah ditekan	0,83

Sumber: Ichsanudin, 2019

Tabel 2.1 menunjukkan nilai *swell factor* beberapa jenis material yang umum dijumpai pada kegiatan penambangan batubara. Nilai *swell factor* tersebut menggambarkan besarnya pengembangan volume material setelah digali dari kondisi bank menjadi kondisi lepas (*loose*).

2.2.6 Waktu Edar (*Cycle time*)

Waktu edar alat muat dimulai dari saat menggali sampai pada posisi mulai menggali kembali, sedangkan waktu edar alat angkut adalah waktu edar yang ditempuh oleh alat angkut mulai dari proses dimuati oleh alat muat sampai pada posisi mulai untuk dimuati (Hadi e.t al, 2022).

Menghitung waktu edar alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Herniti et al., 2023):

1. Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar alat gali muat dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

CT_m = Total waktu edar alat gali – muat (detik)

T_{m1} = Waktu pada saat alat gali - muat *digging* (detik)

T_{m2} = Waktu ayunan bermuatan *swing loaded* (detik)

T_{m3} = Waktu saat menumpahkan muatan *dumping* (detik)

T_{m4} = Waktu ayunan kosong *swing empty* (detik)

2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

C_{ta} = Total waktu edar alat angkut (detik)

T_{a1} = Waktu menunggu untuk dimuati *wait to load* (detik)

T_{a2} = Waktu dimuati *loading time* (detik)

T_{a3} = Waktu *hauling* isi (detik)

T_{a4} = Waktu *dumping* (detik)

T_{a5} = Waktu *hauling* kosong (detik)

T_{a6} = Waktu *manuver* kosong (detik)

2.2.7 Keserasian Kerja Alat (*Match factor*)

Menurut (Herniti et al., 2023) Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat gali muat dan alat angkut, maka produksi alat gali muat harus sesuai dengan alat angkut. Hal ini didasarkan pada produksi alat gali muat dan alat angkut, yang dinyatakan dalam *match factor*. Menilai keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut digunakan persamaan sebagai berikut:

$$MF = \frac{N_a \times n \times CT_m}{N_m \times C_{Ta}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

MF = *Match factor*

N_a = Jumlah alat angkut (*unit*)

n = Banyak *swing* untuk mengisi *vessel* (kali)

C_{tm} = *Cycle time* alat Muat (detik)

N_m = Jumlah Alat Muat (*unit*)

C_{ta} = *Cycle time* alat angkut (detik)

Cara menilai *match factor* adalah:

1. $MF < 1$, artinya alat gali muat bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
2. $MF = 1$, artinya alat gali muat dan alat angkut bekerja 100%, sehingga tidak terjadi waktu tunggu.
3. $MF > 1$, artinya alat gali muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

2.2.8 Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif adalah dimana waktu kerja operator dan alat benar-benar beroperasi atau berproduksi. Waktu kerja efektif ini adalah hasil dari waktu kerja tersedia yang telah dikurangi oleh waktu hambatan terdiri dari waktu hambatan dapat dihindari dan waktu hambatan yang tidak dapat dihindari. Waktu kerja efektif berpengaruh terhadap efisiensi kerja alat. 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 (Herniti et al., 2023):

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

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung waktu kerja efektif sebagai berikut:

$$We = Wt - (Whd + Wtd) \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

We = Waktu kerja efektif (menit)

Wt = Waktu kerja tersedia (menit)

Whd = Waktu kerja hambatan yang dapat dihindari (menit)

Wtd = Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari (menit)

2.2.9 Efisiensi Waktu Kerja

Menurut (Herniti et al., 2023).Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, atau perbandingan antara waktu kerja yang dipakai untuk bekerja dengan waktu kerja tersedia. Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

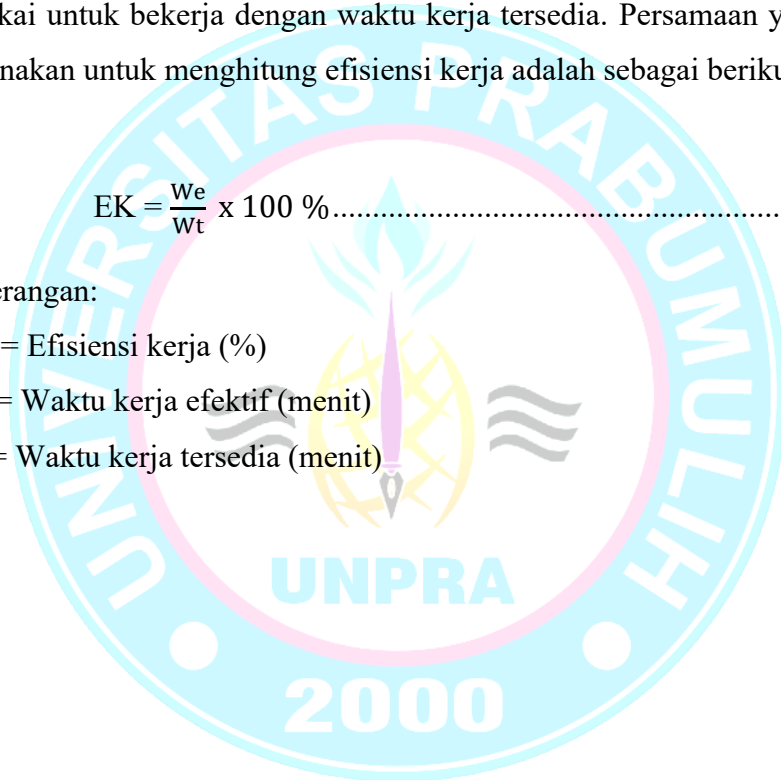
$$EK = \frac{We}{Wt} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

EK = Efisiensi kerja (%)

We = Waktu kerja efektif (menit)

Wt = Waktu kerja tersedia (menit)



BAB III

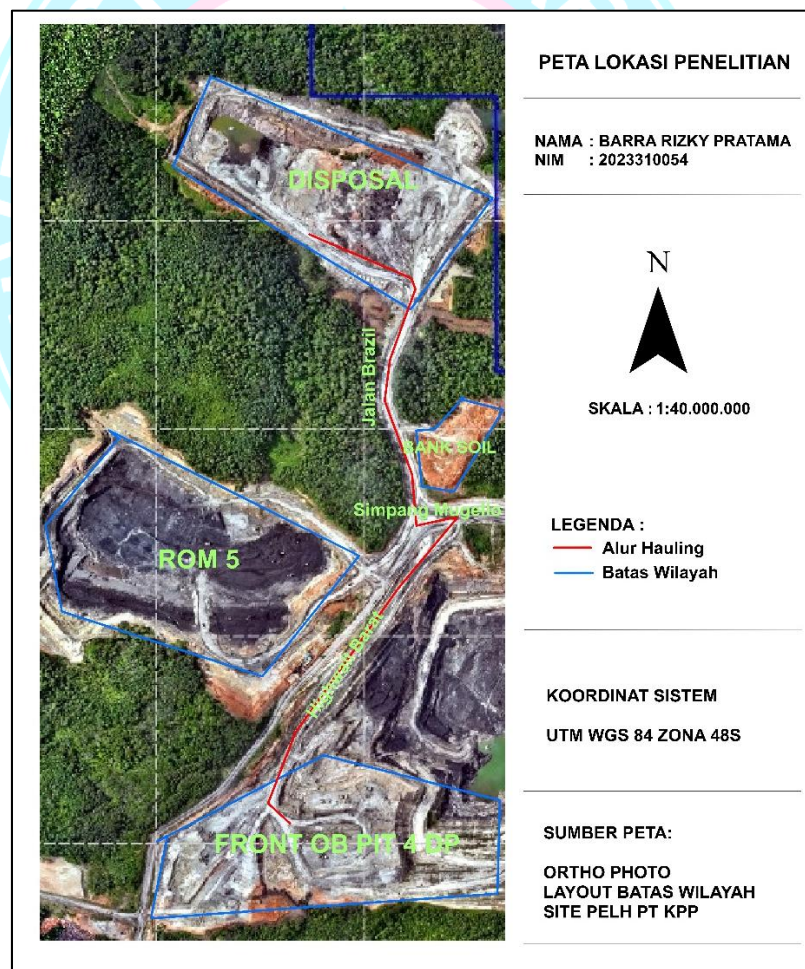
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan, khususnya pada *Front* Penambangan Pit 4 DP dan *Disposal-1* Pit 4 DP Site PELH PT Kalimantan Prima Persada.

Kondisi area penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.1 yang menunjukkan tata letak *front* penambangan dan *disposal* pada Site PELH PT Kalimantan Prima Persada.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Area penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.1 merupakan lokasi operasional aktif di Pit 4 DP dan *Disposal-1 Site* PELH KPP. Kegiatan pengupasan *overburden* pada area tersebut menggunakan kombinasi alat mekanis berupa *excavator* Komatsu PC 850 PE dan OHT HD 785-7 dalam proses pemuatan dan pengangkutan material. Kondisi ini menjadikan area tersebut sesuai untuk dijadikan objek penelitian dalam menganalisis produktivitas alat gali muat dan alat angkut terhadap pencapaian target produksi perusahaan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan, dari tanggal 1 April – 30 April 2026. Pelaksanaan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Jadwal Pelaksanaan (Bulan, Minggu)			
		1			
		1	2	3	4
1	Observasi Lapangan	■			
2	Pengumpulan Data		■		
3	Pengolahan Data			■	
4	Analisis Data				■
5	Konsultasi dan Bimbingan				■

Sumber: Penulis, 2026

3.2 Tahapan Penelitian

Metode yang penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian proposal tugas akhir ini :

1. Observasi Lapangan

Observasi lapangan adalah kegiatan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari observasi langsung untuk mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data

dapat yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data primer dan data sekunder.

2. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

a. Data primer adalah data yang didapat dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung dilapangan. Data primer pada penelitian meliputi:

- 1) Produktivitas *excavator* Komatsu PC 850 dan *off highway truck* HD 785-7
- 2) *Cycle time excavator* Komatsu PC 850 dan *off highway truck* HD 785-7
- 3) Hambatan pada kegiatan pengoperasian *excavator* Komatsu PC 850 dan *off highway truck* HD785-7

b. Data sekunder adalah data yang didapat dilapangan yang pada dasarnya sudah ada. Data ini bisa didapat baik dari sumber berupa literatur atau dari instansi yang terkait diperusahaan. Data sekunder pada penelitian meliputi:

- 1) Peta IUP
- 2) Spesifikasi alat yang digunakan
- 3) Data Curah Hujan
- 4) Target Produksi Pengupasan *Overburden*
- 5) Peta Kesampaian Daerah
- 6) Peta Lokasi Penelitian

3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan sebagai tahap lanjutan setelah seluruh data primer dan data sekunder diperoleh. Proses ini bertujuan untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang terstruktur sehingga dapat digunakan dalam evaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut. Pengolahan data dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak Microsoft Excel dan Microsoft Word.

4. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mengolah data primer dan data sekunder yang telah diperoleh dari lapangan. Data yang telah didapatkan dari hasil pengamatan selama di lapangan akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan persamaan (rumus-rumus) yang terkait. Hasil pengolahan data dapat berbentuk angka hasil perhitungan, tabel-tabel atau grafik yang berhubungan dengan penelitian Tugas Akhir.

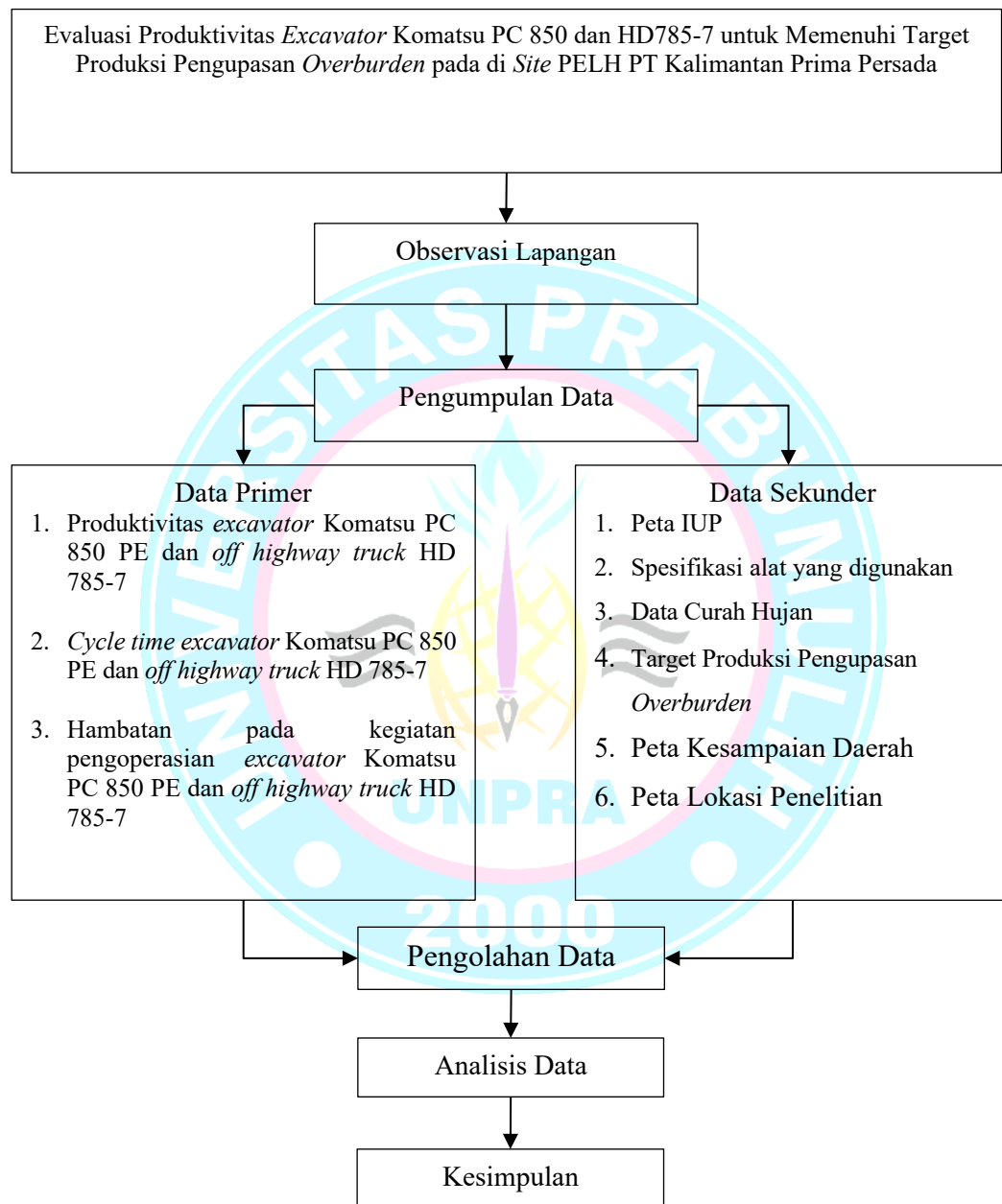
5. Konsultasi dan Bimbingan

Kegiatan konsultasi dan bimbingan penelitian dilaksanakan secara berkala bersama pembimbing lapangan dan dosen pembimbing sebagai bagian penting dalam proses penyusunan tugas akhir. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh arahan, masukan, koreksi, serta evaluasi terhadap setiap tahapan penelitian yang dilakukan agar pelaksanaan penelitian tetap sesuai dengan metode ilmiah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Proses konsultasi dilakukan mulai dari tahap penentuan judul, penyusunan latar belakang, perumusan masalah, penyusunan metodologi penelitian, hingga proses pengambilan data di lapangan.

Kegiatan konsultasi dan bimbingan juga dilakukan pada tahap penyusunan laporan tugas akhir, meliputi pemeriksaan sistematika penulisan, penggunaan bahasa ilmiah, penyajian tabel dan gambar, serta penyempurnaan pembahasan dan kesimpulan penelitian. Dengan adanya kegiatan konsultasi dan bimbingan secara rutin, diharapkan penelitian yang dilakukan dapat tersusun secara sistematis, memiliki kualitas akademik yang baik, serta mampu menghasilkan pembahasan dan rekomendasi yang sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.

3.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari kegiatan penelitian yang dilakukan disesuaikan dengan tahapan dari penelitian seperti Gambar 3.1 berikut.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, bagan alir penelitian menggambarkan alur pelaksanaan penelitian yang dilakukan secara sistematis.

3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.4.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui metode observasi langsung di lapangan pada area *front* Pit 4 DP dan *disposal-1 Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada. Kegiatan observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung aktivitas pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) yang menggunakan *excavator* PC 850 sebagai alat gali muat dan OHT HD 785-7 sebagai alat angkut. Pengamatan lapangan bertujuan memperoleh data aktual mengenai kondisi operasional alat mekanis selama kegiatan produksi berlangsung.

Pengumpulan data meliputi pencatatan *cycle time* alat gali muat dan alat angkut, pengamatan kondisi jalan angkut (*hauling road*), kondisi material, faktor pengisian *bucket*, waktu hambatan, serta dokumentasi kegiatan operasional. Dokumentasi dilakukan menggunakan kamera telepon genggam untuk memperoleh gambaran kondisi aktual area penelitian, aktivitas pemuatan, pengangkutan material, kondisi *front penambangan*, kondisi jalan angkut, area *disposal*, serta kondisi alat mekanis selama kegiatan operasional berlangsung.

Pengambilan data *cycle time* dilakukan secara langsung menggunakan *stopwatch* digital merek Joyko SW-500 dengan melakukan pengisian form *cycle time* di lapangan. Data yang dicatat meliputi *digging time*, *swing loaded*, waktu *dumping*, *swing empty*, waktu antre *wait to load*, serta waktu perjalanan alat angkut dari *front* menuju *disposal* dan kembali menuju area *loading*. Pengamatan dilakukan selama jam kerja operasional dengan pengulangan pengukuran agar data yang diperoleh lebih akurat dan representatif terhadap kondisi aktual di lapangan.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan, pengisian form *cycle time*, dokumentasi kegiatan operasional, serta wawancara singkat dengan operator dan pengawas lapangan. Data sekunder diperoleh dari perusahaan berupa data spesifikasi alat, target produksi, peta lokasi penelitian, dan dokumen yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

3.4.2 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dengan memanfaatkan berbagai persamaan dan rumus perhitungan produktivitas alat mekanis. Data hasil pengisian form *cycle time* terlebih dahulu direkapitulasi dan dikelompokkan berdasarkan jenis alat serta aktivitas operasional untuk mempermudah proses analisis data.

Tahapan pengolahan data meliputi perhitungan waktu edar (*cycle time*), produktivitas alat gali muat, produktivitas alat angkut, efisiensi kerja alat, serta nilai *match factor* untuk mengetahui tingkat keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden*. Perhitungan dilakukan berdasarkan data aktual hasil pengamatan lapangan yang diperoleh selama kegiatan penelitian berlangsung.

Analisis data dilakukan menggunakan metode statistik deskriptif representatif dengan menghitung nilai rata-rata dari data hasil pengamatan lapangan. Nilai rata-rata tersebut digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual operasional alat mekanis selama penelitian berlangsung. Hasil pengolahan data kemudian dibandingkan dengan target produksi perusahaan untuk mengetahui tingkat ketercapaian produksi serta efektivitas kerja alat mekanis di area penelitian.

Tahapan evaluasi dilakukan berdasarkan hasil perhitungan produktivitas dan nilai *match factor* yang diperoleh. Evaluasi bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pencapaian target produksi, seperti kondisi material, waktu tunggu (*delay time*), kondisi jalan angkut, efisiensi kerja alat, waktu hambatan operasional, serta kondisi aktual di lapangan. Hasil evaluasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi perbaikan terhadap sistem kerja alat gali muat dan alat angkut agar target produksi pengupasan *overburden* dapat tercapai secara optimal.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menghitung Produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850 dan *Off Highway Truck* HD 785-7

Aktivitas pemuatan dan pengangkutan *overburden* dari *front* Pit 4 DP ke *disposal-1* melalui *hauling road* PT KPP menggunakan kombinasi alat gali muat *excavator* Komatsu PC 850 dengan kapasitas *bucket* 5 m^3 dan alat angkut *off highway truck* HD 785-7 dengan kapasitas *vessel* 60 m^3 (*heaped*). Fungsi dari *excavator* Komatsu PC 850 ini yaitu untuk melakukan pemuatan ke alat angkut dan fungsi dari *off highway truck* yaitu mengangkut *overburden* ke *disposal*. Untuk mengetahui produktivitas alat gali muat dan alat angkut maka dilakukan perhitungan produktivitas dari kedua alat tersebut.

4.1.1 Perhitungan *Cycle Time Excavator* Komatsu PC 850

Produktivitas alat gali muat *excavator* Komatsu PC 850 dapat dihitung setelah melakukan pengumpulan data secara aktual di *front* penambangan *overburden* dengan menghitung *cycle time* alat gali muat tersebut.

Cycle time alat gali muat *excavator* Komatsu PC 850 dapat dijelaskan sebagaimana menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data (n)} &= 30 \text{ (Lampiran A)} \\ \text{Nilai data minimum (Nmin)} &= 18,44 \text{ detik} \\ \text{Nilai data maximum (Nmax)} &= 33,32 \text{ detik} \\ \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \\ \text{Jumlah Kelas (k)} &= 6 \\ \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{33,32 - 18,44}{6} \\ \text{Interval Kelas (i)} &= 2,48 \text{ (dibulatkan menjadi 2,5)} \\ &= 2,5\end{aligned}$$

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi *Cycle Time Excavator* Komatsu PC 850

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
18,44-20,94	3	10,00%	19,69	59,07
20,94-23,44	5	16,67%	22,19	110,95
23,44-25,94	6	20,00%	24,69	148,14
25,94-28,44	6	20,00%	27,19	163,14
28,44-30,94	6	20,00%	29,69	178,14
30,94-33,44	4	13,33%	32,19	128,76
Total	30	100,00%	155,64	788,2

Sumber: Penulis, 2026

Nilai rata-rata dari *cycle time excavator* Komatsu PC 850 adalah:

$$ctm = \frac{fi \times xi}{30}$$

$$ctm = \frac{788,2}{30} = 26,27 \text{ detik}$$

Hasil perhitungan di atas dapat menyimpulkan besarnya *cycle time excavator* Komatsu PC 850 (ctm) yaitu 26,27 detik. *Cycle time excavator* Komatsu PC 850 selengkapnya bisa di lihat pada Lampiran A.

4.1.2 Perhitungan *Cycle Time Off Highway Truck* HD 785-7

Cycle time alat angkut *off highway truck* HD 785-7 dapat dijelaskan sebagaimana menggunakan persamaan sebagai berikut.

Jumlah data = 30 (Lampiran B)

Nilai data minimum (Nmin) = 1040,8 detik (Lampiran B)

Nilai data maximum (Nmax) = 1060,7 detik (Lampiran B)

Jumlah Kelas (k) = $1 + 3,3 \log n$
= 5,87 (dibulatkan menjadi 6)

Jumlah Kelas (k) = 6

Interval Kelas (i) = $\frac{Nmax - Nmin}{k}$
= $\frac{1060,7 - 1040,8}{6}$

Interval Kelas (i) = 3,32 (dibulatkan menjadi 3,4)
= 3,4

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi *Cycle Time* OHT HD 785-7

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
1040,8-1044,2	2	6,67%	1042,5	2085
1044,2-1047,6	6	20,00%	1045,9	6275,4
1047,6-1051	11	36,67%	1049,3	11542,3
1051-1054,4	7	23,33%	1052,7	7368,9
1054,4-1057,8	0	0,00%	1056,1	0
1057,8-1061,2	4	13,33%	1059,5	4238
Total	30	100,00%	6306	31509,6

Sumber: Penulis, 2026

Nilai rata-rata dari *cycle time off highway truck* Komatsu HD 785-7 adalah:

$$cta = \frac{Fi \times Xi}{30}$$

$$cta = \frac{31.509,6}{30} = 1.050,32 \text{ detik}$$

Hasil perhitungan diatas dapat menyimpulkan *cycle time off highway truck* HD 785-7 1.050,32 detik atau bisa dikonversikan ke menit menjadi 17,50 menit. *Cycle time off highway dump truck* HD 785-7 selengkapnya bisa dilihat pada (Lampiran B).

4.1.3 Efisiensi Kerja

Kegiatan penambangan sangat bergantung pada pengelolaan waktu untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan. Waktu kerja memiliki pengaruh besar terhadap efektivitas kinerja alat serta hasil produksi yang diperoleh. Hasil observasi penelitian yang dilakukan pada *Departement Engineering and Production Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada menunjukkan kondisi operasional yang berkaitan dengan penggunaan waktu kerja alat produksi.

Tabel 4.3 Efisiensi Kerja

Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu
Shift 1		
06:30 - 13:00	Waktu Kerja	6 Jam 30 Menit
13:00 – 14:00	Waktu Istirahat	1 Jam
14:00 – 18:30	Waktu Kerja	4 Jam 30 Menit
Jumlah Waktu Kerja Shift 1		11 Jam
Shift 2		
18:30 – 01:00	Waktu Kerja	6 Jam 30 Menit
01:00 – 02:00	Waktu Istirahat	1 Jam
02:00 – 06:30	Waktu Kerja	4 Jam 30 Menit
Jumlah Waktu Kerja Shift 2		11 Jam
Total Waktu Kerja (Shift 1 + Shift 2) = 22 Jam		
Sumber : Penulis,2026		

Pada hari Jumat, istirahat siang dimulai dari jam 11.00 – 13.00 WIB sehingga jam kerja berkurang menjadi 21 jam.

Rata-rata jam yang tersedia menjadi:

$$\text{Jam kerja tersedia} = \frac{(22 \text{ jam} \times 6 \text{ hari}) + (21 \times 1) \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}}$$

$$\text{Jam kerja tersedia} = \frac{132 \text{ jam} + 21 \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}}$$

$$\text{Jam kerja tersedia} = \frac{153 \text{ jam}}{7 \text{ hari}} = 21,86 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Jam kerja tersedia} = 1.311,6 \text{ menit /hari}$$

Tabel 4. 4 Hambatan Kerja

Hambatan	Aktual/ 1 Shift (Menit)
Hambatan yang dapat dihindari	
- Terlambat Kerja	10
- Istirahat Terlalu Lama	10
- Berhenti Kerja Lebih Awal	10
Jumlah 30	
Hambatan yang tidak dapat dihindari	
- <i>Re-Fuelling</i>	10
- <i>Slippery Delay</i>	60
- Minor Breakdown	90
Jumlah 190	
Total Waktu Hambatan Kerja	190 Menit

Sumber: Penulis, 2026

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja efektif} &= 1.311,6 \text{ Menit} - (190 \text{ Menit} \times 2 \text{ Shift}) \\
 &= 1.311,6 \text{ menit} - 380 \text{ menit} \\
 &= 931,6 \text{ menit} \\
 \text{Efisiensi Kerja} &= \frac{931,6 \text{ menit}}{1.311,6 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 70\%
 \end{aligned}$$

Waktu Kerja Efektif dalam satu hari di *Site* PELH PT Kalimantan Prima Persada adalah 931,6 menit atau 15,52 Jam

4.1.4 Penentuan *Bucket Fill Factor*

Alat gali muat yang digunakan pada area Pit 4 DP merupakan *excavator* Komatsu PC 850 yang secara teoritis memiliki kapasitas *bucket* sebesar 5 m³ (Lampiran C). Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, rata-rata kapasitas *bucket* yang terisi adalah sebesar 4 m³. *Excavator* Komatsu PC 850 melayani alat angkut *off highway truck* HD 785-7 dengan kapasitas *vessel* sebesar 60 m³, dengan jumlah *loading* sebanyak 14 kali *passing*. Perhitungan lebih lanjut mengenai tingkat *bucket fill factor* dapat dilihat pada persamaan berikut.

Volume nyata alat gali muat = 4 m³

Volume *teoritis* pada spesifikasi alat = 5 m³

$$\begin{aligned}
 BFF &= \frac{\text{Volume nyata}}{\text{Volume teoritis}} \dots\dots\dots (4.1). \\
 &= \frac{4}{5} \times 100\% \\
 &= 80 \%
 \end{aligned}$$

4.1.5 Perhitungan Produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850

Jenis Material *Overburden* yang berada di Pit 4 DP Site PELH PT. Kalimantan Prima Persada adalah *Claystone* dengan *Swell Factor* sebesar 80% (Lampiran I).

Perhitungan produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850 dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

Rumus:

$$P = \frac{3600}{Ctm} \times KB \times BFF \times SF \times EK \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana:

Waktu edar alat gali muat (Ctm) = 26,27 detik

Kapasitas *Bucket* (KB) = 5 m³

Bucket Fill Factor (BFF) = 80%

Swell Factor (SF) = 0,80

Efisiensi Kerja (EK) = 70%

$$P = \frac{3600}{26,27 \text{detik}} \times 5 \text{ m}^3 \times 80\% \times 0,80 \times 70\%$$

$$P = 306 \text{ BCM/jam}$$

Hasil perhitungan yang dilakukan melalui data aktual dari *cycle time excavator* Komatsu PC 850 didapat produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850 untuk penggalan *overburden* sebesar 306 BCM/jam

4.1.6 Perhitungan Produktivitas *Off Highway Truck* HD 785-7

Jenis Material *Overburden* yang berada di Pit 4 DP Site PELH PT. Kalimantan Prima Persada adalah *Claystone* dengan *Swell Factor* sebesar 80% (Lampiran I).

Perhitungan produktivitas OHT HD 785-7 dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

Rumus:

$$P = Na \times \frac{60}{Cta} \times KB \times BFF \times SF \times EK \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana:

Jumlah <i>passing</i> (Na)	= 14 kali
Waktu edar alat angkut (Cta)	= 17,50 menit
Kapasitas <i>Bucket</i> (KB)	= 5 m ³
<i>Bucket Fill Factor</i> (BFF)	= 80%
<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,80
Efisiensi Kerja (EK)	= 70%

$$P = 14 \times \frac{60}{\text{menit}} \times 5 \times 80\% \times 0,80 \times 70\%$$

$$P = 107 \text{ BCM/jam}$$

Total rata-rata dari pengangkutan material *overburden* dari *front* Pit 4 DP ke *disposal-1* dengan menggunakan unit *dump truck* HD 785-7 sebesar 107 BCM/jam dengan menggunakan jalur *high wall* barat dengan jarak 2.200 meter.

4.1.7 Evaluasi Produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850

Hasil perhitungan produktivitas *excavator* Komatsu PC 850 dan pengamatan langsung di lapangan, produktivitas aktual yang diperoleh sebesar 306 BCM/jam, sementara *plan productivity* yang telah ditetapkan yaitu sebesar 350 BCM/jam (Lampiran H). Secara aktual hal ini menunjukkan produktivitas tidak tercapai pada *plan productivity* yang telah ditetapkan.

Hasil evaluasi penyebab tidak tercapainya target produktivitas yang telah direncanakan adalah karena kondisi material yang tergolong keras serta kurang optimalnya proses *ripping* di *area loading point*. Proses *ripping* seharusnya dilakukan oleh 2 (dua) unit *Crawler Dozer* Komatsu D375A. Namun pada pelaksanaannya di lapangan, hanya satu unit *bulldozer* yang dapat beroperasi karena satu unit lainnya melakukan support ke *fleet* yang

berbeda karna dampak dari *efisiensi* yang dilakukan perusahaan. Selain itu, pola *ripping* yang diterapkan operator di lapangan terkadang belum sesuai dengan instruksi dan standar operasional yang telah ditentukan, sehingga fragmentasi material hasil *ripping* masih berukuran besar. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya *void* pada *bucket excavator* dan meningkatkan *digging time* pada *excavator* Komatsu PC 850, yang pada akhirnya berdampak terhadap penurunan produktivitas alat secara keseluruhan.

4.1.8 Evaluasi Produktivitas *Off Highway Truck* HD 785-7

Hasil evaluasi dan perhitungan produktivitas aktual, diketahui bahwa produktivitas alat angkut *off highway truck* HD 785-7 mencapai 107 BCM/jam. Nilai ini diperoleh berdasarkan rata-rata *cycle time* sebesar 17,50 menit (1050,32 detik), dengan efisiensi kerja sebesar 70%, serta jumlah *passing* sebanyak 14 kali dalam satu siklus pengisian material *overburden*. Evaluasi dilakukan pada jalur *hauling* sepanjang 2.200 meter dari *front* Pit 4 DP menuju *disposal-1* area melalui *hauling road* di Pit 4 DP, PT Kalimantan Prima Persada *site* PELH.

Tidak tercapainya produktivitas alat angkut *off highway truck* HD 785-7, yaitu adalah menunggu antrean untuk di isi. Karena *digging time* yang panjang dari alat gali muat *excavator* Komatsu PC 850 untuk dimuat ke dalam *vessel* alat angkut, sehingga menyebabkan produktivitas dari alat angkut *off highway truck* HD785-7 tidak tercapai walaupun mendekati target produksi pada *plan productivity* (Lampiran H). Dan juga pada saat alat angkut *off highway truck* HD 785-7 ingin *manuver dumping* pada area *disposal* sedikit lambat dikarenakan kondisi *disposal* jenis material yang lunak. Menyebabkan operator kurang efektif untuk bermanuver, untuk menghindari alat angkut terbalik.

4.2 Evaluasi Keceratan Kerja Alat *Excavator* Komatsu PC 850 dan *Off Highway Truck* HD 785-7

Evaluasi keceratan kerja alat gali muat *excavator* Komatsu PC 850 dan alat angkut *off highway truck* HD 785-7, dapat menggunakan rumus di bawah ini:

Rumus:

$$MF = \frac{Na \times n \times Ctm}{Nm \times Cta} \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana:

Jumlah alat angkut (N_a) = 3 unit
Cycle time alat gali muat (C_{tm}) = 26,27 detik
 Jumlah alat gali muat (N_m) = 1 unit
Cycle time alat angkut (C_{ta}) = 1.050,32 detik
 Banyak pengisian (n) = 14 kali

Jadi:

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

$$MF = \frac{3 \times 14 \times 26,27 \text{ detik}}{1 \times 1.050,32 \text{ detik}}$$

$$MF = 1,05$$

Nilai *match factor* dari *excavator* Komatsu PC 850 dan *off highway truck* HD 785-7 adalah 1,05 yang menunjukkan bahwa keceratan kerja antara alat gali muat dan alat angkut berada dalam kondisi mendekati optimal, meskipun terdapat sedikit waktu tunggu pada alat angkut. Nilai *match factor* yang mendekati kondisi ideal menunjukkan bahwa sistem kerja alat gali muat dan alat angkut telah berjalan dengan baik. Nilai *match factor* sebesar 1,05 menunjukkan bahwa tingkat keceratan antara alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* berada dalam kondisi yang relatif optimal. Nilai ini sedikit lebih besar dari satu ($MF > 1$), yang mengindikasikan bahwa jumlah alat angkut yang tersedia cenderung lebih banyak dibandingkan dengan kemampuan produksi alat gali muat. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan terjadinya waktu tunggu pada alat angkut (*truck waiting time*), meskipun dalam jumlah yang relatif kecil.

Nilai *match factor* yang mendekati satu menandakan bahwa sistem kerja antara *excavator* dan *dump truck* telah berjalan dengan cukup efisien, di mana proses pemuatan dan pengangkutan material dapat berlangsung secara berkesinambungan tanpa adanya hambatan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi jumlah alat gali muat dan alat angkut yang digunakan sudah mendekati kondisi ideal dalam mendukung pencapaian target produksi.

Nilai *match factor* yang sedikit lebih besar dari satu tetap perlu menjadi perhatian, terutama dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional. Optimalisasi dapat dilakukan melalui penyesuaian jumlah alat angkut atau peningkatan kinerja alat gali muat, seperti pengurangan waktu siklus (*cycle time*) dan peningkatan efisiensi kerja. Dengan demikian, diharapkan nilai *match factor* dapat lebih mendekati kondisi ideal ($MF = 1$), sehingga tidak terjadi waktu tunggu baik pada alat gali muat maupun alat angkut.

4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas *Excavator* Komatsu PC 850 dan *Off Highway Truck* HD 785-7

Pencapaian target produksi pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT Kalimantan Prima Persada *site* PELH sangat dipengaruhi oleh kondisi lapangan. Kondisi kerja yang kondusif akan mendukung kelancaran operasional alat, sehingga proses pengupasan *overburden* dapat berlangsung secara optimal dan target produksi yang telah ditetapkan dapat tercapai.

4.3.1 Proses *Ripping*

Tercapai atau tidaknya target produktivitas *excavator* Komatsu PC 850 dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu karakteristik material dan efektivitas proses *ripping* di area *loading point*. Material yang tergolong keras serta tidak optimalnya kegiatan *ripping*, misalnya akibat keterbatasan jumlah unit *Crawler Dozer* Komatsu D375A yang beroperasi dan pola *ripping* yang tidak sesuai, dapat menyebabkan fragmentasi material tidak merata. Kondisi tersebut meningkatkan waktu *digging excavator* Komatsu PC 850, menurunkan efisiensi kerja alat, dan pada akhirnya berdampak pada tidak tercapainya target produktivitas yang telah ditetapkan.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.1 *Bulldozer* melakukan *Ripping*

Aktivitas *ripping* pada Gambar 4.1 dilakukan menggunakan *bulldozer* untuk memberaikan material *overburden* yang memiliki tingkat kekerasan cukup tinggi sebelum dilakukan proses pemuatan oleh *excavator*. Kegiatan ini bertujuan mempermudah proses penggalian material sehingga waktu gali (*digging time*) *excavator* dapat berkurang dan proses pemuatan menjadi lebih optimal.

Kondisi material yang keras menyebabkan *excavator* membutuhkan waktu lebih lama dalam melakukan penggalian apabila material tidak terlebih dahulu dilakukan proses *ripping*. Oleh karena itu, penggunaan *bulldozer* pada area penelitian berperan penting dalam meningkatkan kemudahan penggalian material serta membantu menjaga produktivitas alat gali muat agar tetap sesuai dengan target produksi yang direncanakan perusahaan.

4.3.2 Kondisi *Disposal (Dumping Point)*

Kondisi jalan pada area *disposal (dumping point)* didominasi oleh permukaan yang berdebu dengan karakteristik material yang relatif lunak serta tidak rata (*undulating*). Tingginya tingkat debu dapat mengurangi jarak pandang operator, sehingga berdampak pada penurunan kecepatan operasi alat angkut. Selain itu, kondisi jalan yang lunak dan bergelombang menyebabkan ketidakstabilan pergerakan unit serta meningkatkan hambatan gulir (*rolling resistance*), sehingga memperlambat waktu tempuh.

Kondisi tersebut secara keseluruhan berpengaruh terhadap peningkatan *cycle time* alat angkut *off highway truck* HD 785-7, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya produktivitas pengangkutan material.

Kondisi *Hauling Road Disposal-1* yang bermaterial lunak, berdebu dan *undulating* dapat dilihat pada Gambar berikut.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4.2 Kondisi *Hauling Road Disposal-1*

Kondisi jalan angkut pada area *Disposal-1* yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 memperlihatkan permukaan jalan dengan material yang relatif lunak dan bergelombang (*undulating*) akibat intensitas lalu lintas alat angkut yang cukup tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan pergerakan unit *off highway truck* menjadi kurang stabil sehingga operator harus mengurangi kecepatan alat saat menuju maupun meninggalkan area *dumping point*.

Tingginya tingkat debu pada jalan angkut juga mempengaruhi jarak pandang operator, terutama saat kondisi cuaca kering dan banyak unit beroperasi secara bersamaan. Penurunan visibilitas tersebut dapat meningkatkan risiko operasional sehingga alat angkut cenderung beroperasi dengan kecepatan yang lebih rendah untuk menjaga keselamatan kerja.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada aktivitas pengupasan *overburden* di Pit 4 DP Site PELH PT Kalimantan Prima Persada, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produktivitas aktual alat gali muat *excavator* Komatsu PC 850 sebesar 306 BCM/jam, sedangkan produktivitas alat angkut *off highway truck* HD 785-7 sebesar 107 BCM/jam per unit, dengan total produktivitas *fleet* (3 unit) sebesar 322 BCM/jam. Nilai tersebut belum mencapai standar produksi yang ditetapkan perusahaan sebesar 350 BCM/jam, sehingga masih terdapat selisih kekurangan produksi sekitar 27 BCM/jam.
2. Nilai *match factor* antara *excavator* Komatsu PC 850 dan alat angkut *off highway truck* HD 785-7 sebesar 1,05 yang menunjukkan kondisi kerja yang relatif seimbang dan mendekati optimal. Namun, nilai ini juga mengindikasikan adanya waktu tunggu pada alat angkut, meskipun tidak signifikan terhadap keseluruhan sistem.
3. Faktor-faktor yang menyebabkan belum tercapainya target produksi antara lain:
 - a. Proses *ripping* yang belum optimal secara teknis, seperti pola *ripping* yang kurang sesuai dan kondisi material yang relatif keras sehingga memperlambat waktu penggalian *excavator*.
 - b. Kondisi jalan angkut di area *disposal* yang berdebu, material lunak, dan bergelombang (*undulating*), sehingga meningkatkan hambatan gulir (*rolling resistance*) dan menurunkan kecepatan alat angkut.
 - c. Efisiensi kerja alat yang belum maksimal akibat kondisi operasional di lapangan yang mempengaruhi *cycle time* alat gali muat dan alat angkut.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam peningkatan efektivitas dan efisiensi kegiatan operasional di lapangan.

1. Melakukan optimalisasi *proses ripping* dengan menerapkan pola *ripping* yang sesuai dengan arah struktur material serta meningkatkan kinerja *bulldozer*, sehingga material menjadi lebih mudah digali dan waktu *digging excavator* dapat dipercepat.
2. Melakukan perbaikan kondisi jalan angkut secara rutin pada area *disposal* melalui kegiatan *grading*, *compacting*, dan penyiraman (*watering*) untuk mengurangi debu dan memperbaiki kondisi jalan yang *undulating*, sehingga kecepatan alat angkut dapat meningkat dan *cycle time* dapat ditekan.
3. Melakukan evaluasi dan peningkatan efisiensi kerja alat, seperti pengurangan waktu tunggu, peningkatan koordinasi antar alat, serta optimalisasi jumlah *passing* atau penyesuaian jumlah alat angkut, sehingga produktivitas *fleet* dapat ditingkatkan hingga mencapai atau mendekati target produksi sebesar 350 BCM/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alan, M., Rianto, D. J., & Oktavia, M. (2021). Evaluasi kinerja alat mekanis pada kegiatan pengupasan tanah penutup di PT Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 10(2), 45–55.
- Caterpillar Inc. (2019). *Performance handbook* (Edisi 39). Peoria, IL: Caterpillar Inc.
- De Coster, G.L. (1974). *The Geology of The Central and South Sumatera Basin*. Proceeding Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention
- Fauzi, F. F., & Dani, H. (2021). Analisa perbandingan produktivitas alat berat *dump truck* pada proyek konstruksi. *Rekayasa Teknik Sipil*, 7(3), 86–95.
- Herniti, D., Fridtriyanda, A., Dinata, A. A., & Siri, T. (2023). Evaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada aktivitas pengupasan *overburden* di PT Firman Ketaun (FK), Desa Tanjung Dalam, Kec. Ulok Kupai, Kab. Bengkulu Utara. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 23(2), 112–125.
- Ichsannudin, Purwoko, B., & Herlambang, Y. (2019). Kajian teknis produktivitas alat gali muat (*Excavator*) Hitachi ZX210-5 dan alat angkut (*Dump truck* Mitsubishi FN 527 ML) untuk mencapai target produksi penambangan batu granit di PT Hansindo Mineral Persada, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kab. Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Teknik Pertambangan UNTAN*, 6(1), 1–12.
- Ladianto, H. Z., & Ernawati, R. (2019). Evaluasi produktivitas alat muat dan alat angkut untuk memenuhi target produksi bulanan pengupasan *overburden* pada penambangan nikel di Blok B, PT Paramitha Persada Tama, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan I*, 1–10.
- Manullang, C. T., Horman, J. R., & Tim Peneliti. (2020). Evaluasi produksi *overburden* di Pit SMD2 PT Pamapersada Nusantara Distrik Kideco Jaya Agung, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Tambang*, 3(1), 25–36.
- Oemiati, N., Revisdah, & Rahmawati. (2020). Analisa produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 6(1), 194–207.
- Putra, A. T. S., & Dani, H. (2021). Analisa perbandingan produktivitas *excavator* tipe A, B dan C pada pekerjaan galian konstruksi jalan. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 12(4), 50–62. Universitas Negeri Surabaya.

- Ramadhana. (2022). Fasies Pengendapan Batubara Formasi Lahat Di Tambang Air Laya, Cekungan Sumatera Selatan. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 994 – 1006.
- Setyohaji, F., Nusanto, G., Ardian, A., Erlangga, H., & Suharyadi, H. (2025). Kajian teknis produktivitas alat gali muat Sany SY750H dan alat angkut Tonly TLD90 dalam pengupasan *overburden* di Pit Seloklai, Job *Site* Lanna Harita Indonesia, PT Mitra Indah Lestari, Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 10(2), 78–90.



LAMPIRAN A

CYCLE TIME EXCAVATOR KOMATSU PC 850

Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 data untuk memperoleh nilai rata-rata yang representatif. Data ini digunakan sebagai dasar dalam perhitungan produktivitas alat gali muat. Berikut adalah *cycle time excavator* Komatsu PC 850 PE.

Tabel A.1 *Cycle Time Excavator* Komatsu PC 850

No	<i>Digging</i> (detik)	<i>Swing Load</i> (detik)	<i>Dumping</i> (detik)	<i>Swing Empty</i> (detik)	<i>Cycle time</i> (detik)
1	11,22	5,41	2,34	3,17	22,14
2	16,08	3,54	2,25	3,8	25,67
3	9,24	3,54	2,65	4,65	20,08
4	8,44	4,41	2,17	5,6	20,62
5	14,53	8,62	3	4,13	30,28
6	16,5	4,28	2,87	4,4	28,05
7	13,17	6,81	2,5	4,22	26,7
8	13,25	6,34	2,28	4,47	26,34
9	9,15	4,46	3,41	4,32	21,34
10	16,25	6,47	2,2	4,03	28,95
11	13,59	6,79	3,31	4,9	28,59
12	14,3	4,69	2,97	5,81	27,77
13	11,19	7,28	2,66	7,34	28,47
14	18,97	6,13	2,66	5,56	33,32
15	15,84	7,63	2,82	4,91	31,2
16	9,03	6,03	4,97	4,5	24,53
17	9,9	7,1	3,44	3,35	23,79
18	11,56	6,94	5,25	6,47	30,22
19	9,38	7,28	3,69	7,21	27,56
20	9,18	6,03	2,56	4	21,77
21	11,59	6,03	2,85	4,5	24,97
22	4,9	6,19	2,91	4,44	18,44
23	7,85	5,69	2,19	5,97	21,7
24	9,21	7,88	2,47	5,72	25,28
25	9,97	7,72	3,09	4,4	25,18
26	15,75	7,72	2	5,91	31,38
27	12,81	6,93	2,81	6,37	28,92
28	9,28	5,53	2,59	5,5	22,9
29	8,41	11,07	3,84	8,54	31,86
30	9	7,81	2,59	7,09	26,49

Lampiran A2

Waktu Parameter *Digging*

Jumlah data (n) = 30

Nilai data minimum (Nmin) = 4,9 detik

Nilai data maximum (Nmax) = 18,97 detik

Jumlah Kelas (k) = $1 + 3,3 \log n$
 = 5,87 (dibulatkan menjadi 6)

Jumlah Kelas (k) = 6

Interval Kelas (i) = $\frac{N_{max} - N_{min}}{k}$
 = $\frac{18,97 - 4,9}{6}$

Interval Kelas (i) = 2,35

Tabel A.2 Distribusi Frekuensi *Digging Excavator* PC 850

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
4,9-7,25	1	3,33%	6,075	6,075
7,25-9,6	3	10,00%	8,425	25,275
9,6-11,95	10	33,33%	10,775	107,75
11,95-14,3	7	23,33%	13,125	91,875
14,3-16,65	3	10,00%	15,475	46,425
16,65-19	6	20,00%	17,825	106,95
Total	30	100,00%	71,7	384,35

Jadi rata-rata waktu *digging excavator* Komatsu PC 850 adalah:

$$= \frac{fi \times xi}{30}$$

$$= \frac{384,35}{30} = 12,81 \text{ detik}$$

Lampiran A3

Waktu Parameter *Swing Loaded*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 3,54 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 11,07 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{11,07 - 3,54}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= 1,26 \text{ (dibulatkan menjadi 1,3)} \\ &= 1,3 \end{aligned}$$

Tabel A.3 Distribusi Frekuensi *Swing Loaded Excavator* Komatsu PC 850

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
3,54-4,84	6	20,00%	4,19	25,14
4,84-6,14	7	23,33%	5,49	38,43
6,14-7,44	10	33,33%	6,79	67,9
7,44-8,74	6	20,00%	8,09	48,54
8,74-10,04	0	0,00%	9,39	0
10,04-11,34	1	3,33%	10,69	10,69
Total	30	1	44,64	190,7

Jadi Rata-rata waktu *Swing Loaded excavator* Komatsu PC 850 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{190,7}{30} = 6,36 \text{ detik} \end{aligned}$$

Lampiran A4

Waktu Parameter *Dumping*

Jumlah data (n) = 30

Nilai data minimum (Nmin) = 2 detik

Nilai data maximum (Nmax) = 5,25 detik

Jumlah Kelas (k) = $1 + 3,3 \log n$
 = 5,87 (dibulatkan menjadi 6)

Jumlah Kelas (k) = 6

Interval Kelas (i) = $\frac{N_{max} - N_{min}}{k}$
 = $\frac{5,25 - 2}{6}$

Interval Kelas (i) = 0,55

Tabel A.4 Distribusi Frekuensi *Dumping Excavator* Komatsu PC 850

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
2-2,55	9	30,00%	2,275	20,475
2,55-3,1	14	46,67%	2,825	39,55
3,1-3,65	3	10,00%	3,375	10,125
3,65-4,2	2	6,67%	3,925	7,85
4,2-4,75	0	0,00%	4,475	0
4,75-5,3	2	6,67%	5,025	10,05
Total	30	1	21,9	88,05

Jadi Rata-rata waktu *Dumping excavator* Komatsu PC 850 adalah:

$$= \frac{fi \times xi}{30}$$

$$= \frac{88,05}{30} = 2,94 \text{ detik}$$

Lampiran A5

Waktu Parameter *Swing Empty*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 3,17 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 8,64 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{8,54 - 3,17}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= 0,89 \text{ (dibulatkan menjadi 0,9)} \\ &= 0,9 \end{aligned}$$

Tabel A.5 Distribusi Frekuensi *Swing Empty Excavator* Komatsu PC 850

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
3,17-4,07	5	16,67%	3,62	18,1
4,07-4,97	12	40,00%	4,52	54,24
4,97-5,87	5	16,67%	5,42	27,1
5,87-6,77	4	13,33%	6,32	25,28
6,77-7,67	3	10,00%	7,22	21,66
7,67-8,57	1	3,33%	8,12	8,12
Total	30	100,00%	35,22	154,5

Jadi Rata-rata waktu *Swing Empty excavator* Komatsu PC 850 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{154,5}{30} = 5,15 \text{ detik} \end{aligned}$$

LAMPIRAN B

CYCLE TIME OFF HIGHWAY DUMP TRUCK HD 785-7

Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 data untuk memperoleh nilai rata-rata yang representatif. Data ini digunakan sebagai dasar dalam perhitungan produktivitas alat gali muat. Berikut adalah *cycle time Off Highway Truck* HD 785-7.

Tabel B.1 *Cycle Time* OHT HD 785-7

No	<i>Wait To Load</i> (detik)	<i>Loading Time</i> (detik)	<i>Hauling</i> (detik)	<i>Loaded</i>	<i>Dumping Time</i> (detik)	<i>Hauling Empty</i> (detik)	<i>Manuver Empty</i> (detik)	<i>Cycle time</i> (detik)
1	13,2	346,5	305		34,8	325	25	1049,5
2	15,3	352,8	301		33,3	321	24	1047,4
3	10,6	338,2	310		35,1	330	26	1049,9
4	9,4	349,1	304		34,7	324	25	1046,2
5	14,8	360,3	300		34,4	320	24	1053,5
6	10,1	335,7	309		35,7	329	26	1045,5
7	13,9	354,6	306		35,2	326	25	1060,7
8	11,4	341,2	309		35,4	329	26	1052
9	12,2	350,4	300		34,8	320	24	1041,4
10	13,1	345,7	305		35,2	325	25	1049
11	10,2	338,5	309		35,3	329	26	1048
12	11,1	358,9	301		34,5	321	24	1050,5
13	14	355,2	305		34,4	325	25	1058,6
14	12,5	342,1	309		34,9	329	26	1053,5
15	15	351,5	300		34,6	320	24	1045,1
16	9,9	338,7	309		35,7	329	26	1048,3
17	11,3	347,6	305		34,5	325	25	1048,4
18	9,1	360,1	300		34,8	320	24	1048
19	13,6	354,3	306		34,6	326	25	1059,5
20	11,6	341,8	309		34,6	329	26	1052
21	12	350,6	300		34,2	320	24	1040,8
22	10	338,9	309		34,8	329	26	1047,7
23	10,9	347,9	305		34,2	325	25	1048
24	14,3	359,5	301		34,1	321	24	1053,9
25	13,5	354,1	306		34,3	326	25	1058,9
26	12,3	341,6	309		35,8	329	26	1053,7
27	15,1	351,7	300		34,5	320	24	1045,3
28	11,5	338,6	309		34,7	329	26	1048,8
29	10,4	347,2	305		34,6	325	25	1047,2
30	13,7	359,8	301		34,4	321	24	1053,9

Lampiran B2

Waktu Parameter *Wait To Load*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 9,1 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 15,3 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{15,3 - 9,1}{6} \end{aligned}$$

$$\text{Interval Kelas (i)} = 1,03$$

Tabel B.2 Distribusi Frekuensi *Wait To Load* OHT HD 785-7

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
9,1-10,2	6	20,00%	9,65	57,9
10,2-11,3	4	13,33%	10,75	43
11,3-12,4	7	23,33%	11,85	82,95
12,4-13,5	3	10,00%	12,95	38,85
13,5-14,6	6	20,00%	14,05	84,3
14,6-15,7	4	13,33%	15,15	60,6
Total	30	100,00%	74,4	367,6

Jadi rata-rata waktu *Wait To Load* OHT HD 785-7 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{367,6}{30} = 12,25 \text{ detik} \end{aligned}$$

Lampiran B3

Waktu Parameter *Loading Time*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 335,7 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 360,3 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{341,5 - 309,8}{6} \end{aligned}$$

$$\text{Interval Kelas (i)} = 4,1$$

Tabel B.3 Distribusi Frekuensi *Loading Time* OHT HD 785-7

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
335,7-339,8	6	20,00%	337,75	2026,5
339,8-343,9	4	13,33%	341,85	1367,4
343,9-348	5	16,67%	345,95	1729,75
348-352,1	5	16,67%	350,05	1750,25
352,1-356,2	5	16,67%	354,15	1770,75
356,2-360,3	5	16,67%	358,25	1791,25
Total	30	100,00%	2088	10435,9

Jadi rata-rata waktu *Loading Time* OHT HD 785-7 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{10435,9}{30} = 347,86 \text{ detik} \end{aligned}$$

Lampiran B4

Waktu Parameter *Hauling Loaded*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 300 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 310 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{310 - 300}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= 1,66 \text{ (dibulatkan menjadi 1,7)} \\ &= 1,7 \end{aligned}$$

Tabel B.4 Distribusi Frekuensi *Hauling Loaded* OHT HD 785-7

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
300-301,7	10	33,33%	300,85	3008,5
301,7-303,4	0	0,00%	302,55	0
303,4-305,1	7	23,33%	304,25	2129,75
305,1-306,8	3	10,00%	305,95	917,85
306,8-308,5	0	0,00%	307,65	0
308,5-310,2	10	33,33%	309,35	3093,5
Total	30	100,00%	1830,6	9149,6

Jadi rata-rata waktu *Hauling Loaded* OHT HD 785-7 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{9149,6}{30} = 304,99 \text{ detik} \end{aligned}$$

Lampiran B5

Waktu Parameter *Dumping Time*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 33,3 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 35,8 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{35,8 - 33,3}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= 0,41 \text{ (dibulatkan menjadi 0,5)} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Tabel B.5 Distribusi Frekuensi *Dumping Time* OHT HD 785-7

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
33,3-33,8	1	3,33%	33,55	33,55
33,8-34,3	4	13,33%	34,05	136,2
34,3-34,8	16	53,33%	34,55	552,8
34,8-35,3	5	16,67%	35,05	175,25
35,3-35,8	4	13,33%	35,55	142,2
35,8-36,3	0	0,00%	36,05	0
Total	30	100,00%	208,8	1040

Jadi rata-rata waktu *Dumping Time* OHT HD 785-7 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{f_i \times x_i}{30} \\ &= \frac{1040}{30} = 34,67 \text{ detik} \end{aligned}$$

Lampiran B6

Waktu Parameter *Hauling Empty*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 320 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 330 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{330 - 320}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= 1,66 \text{ (dibulatkan menjadi 1,7)} \\ &= 1,7 \end{aligned}$$

Tabel B.6 Distribusi Frekuensi *Hauling Empty* OHT HD 785-7

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
320-321,7	5	16,67%	320,85	1604,25
321,7-323,4	5	16,67%	322,55	1612,75
323,4-325,1	8	26,67%	324,25	2594
325,1-326,8	5	16,67%	325,95	1629,75
326,8-328,5	4	13,33%	327,65	1310,6
328,5-330,2	3	10,00%	329,35	988,05
Total	30	100,00%	1950,6	9739,4

Jadi rata-rata waktu *Hauling Empty* OHT HD 785-7 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{9739,4}{30} = 324,65 \text{ detik} \end{aligned}$$

Lampiran B7

Waktu Parameter *Manuver Empty*

$$\text{Jumlah data (n)} = 30$$

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 24 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 26 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kelas (k)} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{26 - 24}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= 0,33 \text{ (dibulatkan menjadi 0,4)} \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

Tabel B.7 Distribusi Frekuensi *Manuver Empty* OHT HD 785-7

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	Fi * Xi
24-24,4	10	33,33%	24,2	242
24,4-24,8	0	0,00%	24,6	0
24,8-25,2	10	33,33%	25	250
25,2-25,6	0	0,00%	25,4	0
25,6-26	0	0,00%	25,8	0
26-26,4	10	33,33%	26,2	262
Total	30	100,00%	151,2	754

Jadi rata-rata waktu *Manuver Empty* OHT HD785-7 adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{754}{30} = 25,13 \text{ detik} \end{aligned}$$

LAMPIRAN C

SPESIFIKASI *EXCAVATOR* KOMATSU PC 850

Tabel C.1 Spesifikasi Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 850

Spesifikasi Alat	Keterangan
Model mesin	Komatsu SAA6D140E-5
Kecepatan <i>swing</i>	6,8 rpm
Kapasitas fuel tank	980 liter
Bobot kerja	$\pm 78,6 - 79,8$ ton
Lebar track	610 – 710 mm
Kapasitas <i>bucket</i>	5 m ³
Tipe <i>bucket</i>	Backhoe / Rock <i>Bucket</i>
Panjang track	$\pm 6,0$ m



Sumber: Penulis, 2026

Gambar C.1 Alat Gali Muat *Excavator* Komatsu PC 850

LAMPIRAN D

SPESIFIKASI *OFF HIGHWAY TRUCK* HD 785-7

Tabel D.1 Spesifikasi Alat Angkut *Off highway truck* HD785-7

Spesifikasi Alat	Keterangan
Tipe Engine	Komatsu SAA12V140E-3, 12 silinder
Ukuran roda	27.00 R49
Kapasitas fuel tank	1308 liter
Height	±10.080 mm
Lebar	±5.200 mm
Kemampuan menanjak	±30%
Kapasitas vessel	60 m ³ (<i>heaped</i>)
Panjang	±10.290 mm



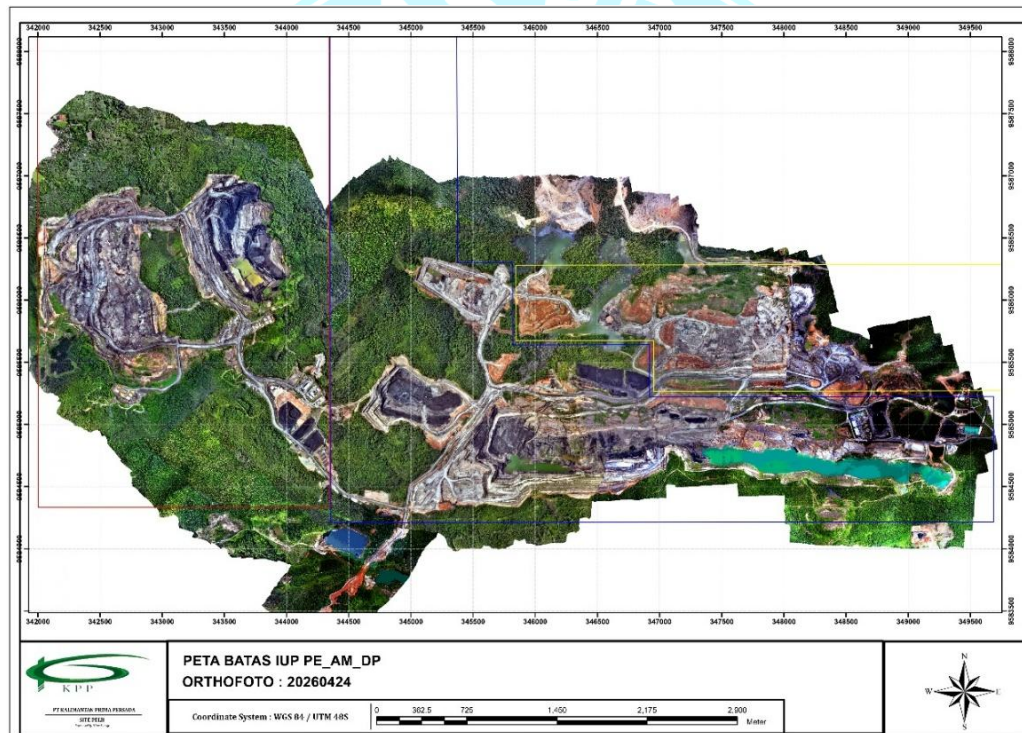
Sumber: Penulis, 2026

Gambar D.1 Alat Angkut *Off highway truck* HD 785-7

LAMPIRAN E

PETA IZIN USAHA PERTAMBANGAN

Lampiran ini menunjukkan Peta IUP *Jobsite* PELH PT Kalimantan Prima Persada



Sumber: *Dept. Engineering & Production Site* PELH KPP, 2026

Gambar E.1 *Layout* Batas Wilayah IUP *Site* PELH PT KPP

LAMPIRAN F STRATIGRAFI

Lampiran ini menyajikan data stratifigrafi daerah penambangan yang menggambarkan urutan dan jenis lapisan batuan di lokasi kerja.

AGE			ROCKS FORMATION				
MILLION AGE	PERIOD	EPOCH	BLOW ZONATION	FORMATION NAME	FORMATION THICKNESS INTERPRETATION (METRES)	FACIES OF DEPOSITIONAL ENVIRONMENT	EXPLANATION
0,01	QUATERNARY	HOLOCENE		ALLUVIUM	0,5 – 30,0	MARSH AND RIVER FACIES	OUT CROPPING IN INVESTIGATION AREA
1,6		PLISTOCENE	N 23		erosional		
			N 22		unconformity	CONTINENT FACIES FOLDING	
			N 21	KASAI FORMATION	400 – 1.000 ?	VOLCANIC ACTIVITIES DOMINANT	OUT CROPPING IN INVESTIGATION AREA
			N 20		unconformity		
5,3	T	PLIOCENE	N 19	MESUJI LIMAU ESEM N-4	100 – 200	FLOOD PLAIN LIMNIC BRACKISH FLOOD PLAIN	OUT CROPPING IN INVESTIGATION AREA
			N 18		100 – 200		
			N 17	MUIARA N-3	100 – 200	VOLCANIC ACTIVITIES IN MARON LENSIS BASIN	
10 11,3			N 16	ENIM N-2	40 – 100		
			N 15	FORMATION N-1	100 – 200	PARALLEL FACIES	
	R	MIDDLE MIOCENE	N 14			SHALLOW SEA FACIES	
			N 13				
			N 12				
16,2			N 11				
			N 10	AIR BENAKAT FORMATION	100 – 1.000 (rata-rata 500)	SHALLOW SEA - INNER NERITIC FACIES	OUT CROPPING IN INVESTIGATION AREA
	I	EARLY MIOCENE	N 9				
			N 8	GUMAI FORMATION	500 – 2.500	DEEP SEA - MIDDLE - OUTER NERITIC FACIES	OUT CROPPING IN INVESTIGATION AREA
			N 7				
20 23,7			N 6	BATURAJA FORMATION	50 – 300	SHALLOW SEA - INNER - OUTER NERITIC FACIES	OUT CROPPING IN INVESTIGATION AREA
			N 5				
	R	LATE CENOZOIC	PRA N 5	TRANSITIONAL MEMBER SANDSTONE MEMBER		LAGOONAL FACIES	
26,2				TALANG AKAR FORMATION	400 – 700	INNER NERITIC FACIES	
30,0							
36,5				LAHAT FORMATION	> 800	CONTINENT FACIES	

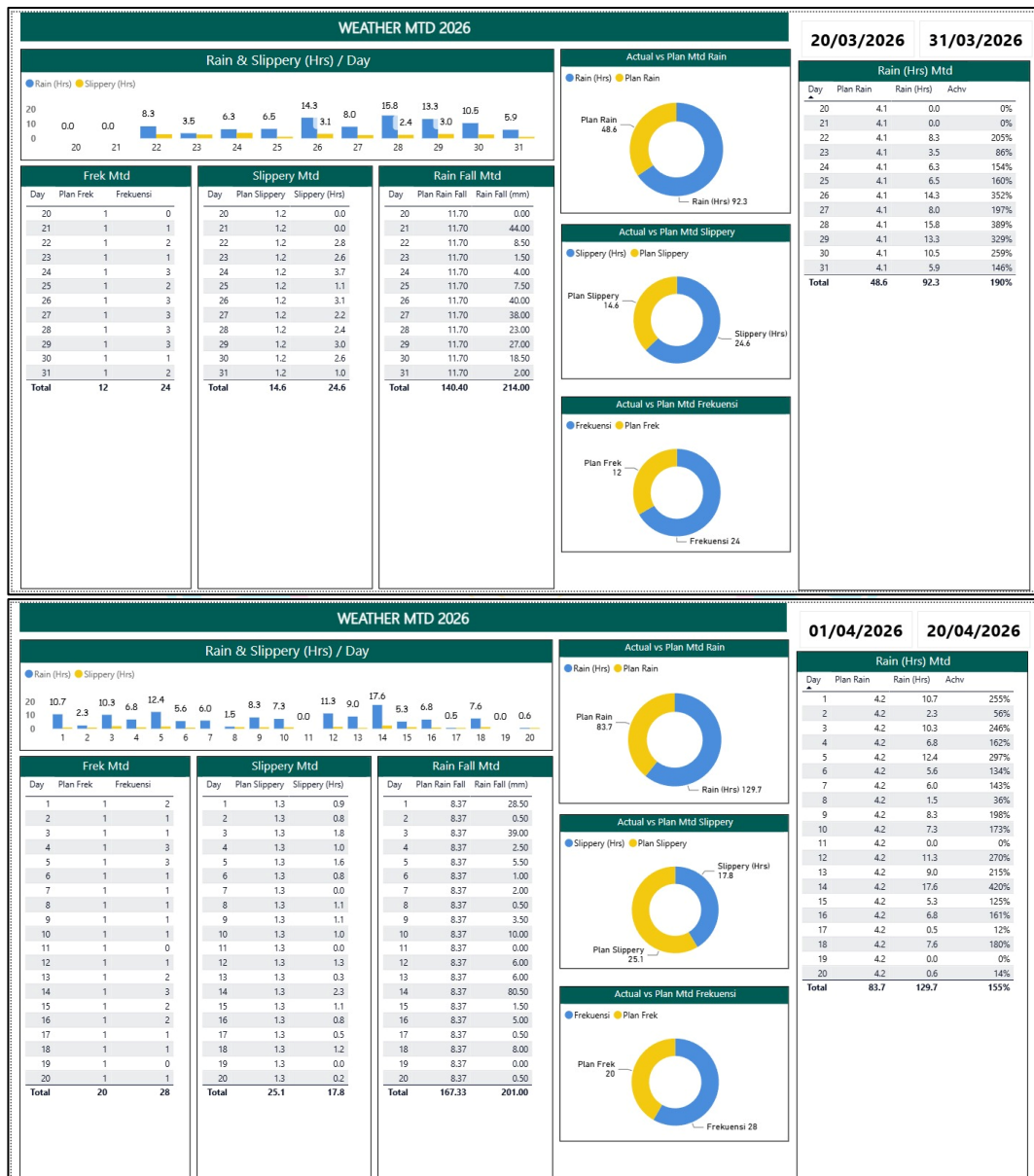
Sumber: PT Dizamatra Powerindo, 2026.

Gambar F.1 Stratigrafi PT Dizamatra Powerindo.

LAMPIRAN G

DATA CURAH HUJAN

Lampiran ini menampilkan data curah hujan di wilayah tambang selama penelitian dilakukan. Parameter ini penting dalam evaluasi hambatan kerja, karena intensitas hujan dapat mempengaruhi kondisi jalan angkut, keterlambatan kerja, serta produktivitas alat berat.



Sumber: Control Central Room PT Kalimantan Prima Persada, 2026

Gambar G.1 Data Curah Hujan Tanggal 20 Maret – 20 April 2026

1. Periode Maret (20 – 31 Maret)

Rekapitulasi data curah hujan pada periode Maret, total akumulasi hujan tercatat sebesar 214,00 mm dengan total durasi hujan mencapai 92,3 jam. Dari data tersebut, diperoleh intensitas rata-rata hujan sebesar 2,32 mm/jam

Secara karakteristik, bulan Maret menunjukkan intensitas hujan yang relatif lebih tinggi dibandingkan April, yang mengindikasikan bahwa volume presipitasi per satuan waktu lebih besar. Kondisi ini menunjukkan potensi limpasan permukaan yang lebih cepat meningkat.

Puncak kejadian hujan terjadi pada 21 Maret dengan curah hujan sebesar 44,00 mm.

2. Periode April (1 – 20 April)

Data curah hujan pada 20 hari pertama bulan April, total akumulasi hujan tercatat sebesar 201,00 mm dengan total durasi hujan mencapai 129,7 jam. Intensitas rata-rata hujan pada periode ini adalah 1,55 mm/jam.

Karakteristik hujan pada bulan April cenderung lebih merata dengan durasi kejadian yang lebih panjang namun intensitas relatif lebih rendah dibandingkan Maret. Meskipun demikian, frekuensi hujan yang tinggi menyebabkan kondisi tanah menjadi lebih jenuh, sehingga kapasitas infiltrasi menurun dan meningkatkan potensi limpasan permukaan secara kumulatif.

Puncak kejadian hujan terjadi pada 14 April dengan curah hujan ekstrem sebesar 80,50 mm.

LAMPIRAN H

PLAN PRODUCTIVITY

Lampiran ini menunjukkan nilai produktivitas yang direncanakan oleh perusahaan (*plan productivity*) untuk masing-masing unit yang digunakan dalam kegiatan pengupasan *overburden*. Nilai ini digunakan sebagai acuan pembandingan dalam analisis produktivitas aktual.

Tabel H.1 *Plan Productivity Overburden Site PELH PT KPP*

Excavator PC 850	Standar Productivity 350 Bcm/Jam	
HD785-7 Fleet 850	Standar Productivity 350 Bcm/Jam/- /Fleet 850	117 Bcm/Hour - /Unit
Dozer D375 Fleet 850	Standar Productivity 571 Bcm/Jam	

ZONE	UNIT	MAR	APR
PIT DP	BCM	703,943	446,362
PIT PE	BCM	211,679	307,102

WORKING HOUR SCHE	UNIT	MAR	APR
Overburden removal	bcm	915,622	753,428
Rippable O/B	bcm	915,622	753,428

Sumber: Dept. Engineering & Production PT Kalimantan Prima Persada site PELH, 2026

LAMPIRAN I

SWELL FACTOR

Lampiran ini menyajikan nilai *swell factor* dari material *overburden* yang terdiri dari batu lempung (*claystone*). *Swell factor* digunakan dalam konversi *volume bank* menjadi *volume loose*, yang penting dalam menghitung produktivitas alat gali muat dan alat angkut.

Tabel I.1 *Swell Factor*

Macam Material	<i>Swell Factor</i> (%)
Bauksit	75
Batu Lempung	80
Tanah Liat Basah	80 – 82
Antrasit	74
Batubara Bituminous	74
Bijih Tembaga	74
Tanah Biasa Kering	85
Tanah Biasa Basa	85
Tanah Biasa Bercampur Pasir dan Kerikil	90
Kerikil Kering	89
Granit Pecah Pecah	56 -67
Hematit Pecah Pecah	45
Bijih Besi Pecah Pecah	45
Batu Kapur Pecah Pecah	56 – 60
Lumpur	83
Lumpur Sudah Ditekan	83
Pasir Kering	89
Pasir Basah	88
Serpilh (<i>Shale</i>)	75
Batu Sabak (<i>Slate</i>)	77
Kerikil Basah	85

Sumber: PT Dizamatra Powerindo, 2026