

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PRODUKTIVITAS BATUBARA ALAT GALI
MUAT *EXCAVATOR* CATERPILLAR 345 DAN
ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* AXORS DI
PT DIZAMATRA POWERINDO *SITE*
LAHAT SUMATERA SELATAN**



AKHRAMDANI

2022310014

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2025**

TUGAS AKHIR

ANALISIS PRODUKTIVITAS BATUBARA ALAT GALI MUAT EXCAVATOR CATERPILLAR 345 DAN ALAT ANGKUT DUMP TRUCK AXORS DI PT DILAMATRA POWERINDO SITE LAHAT SUMATERA SELATAN

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



AKHEAMDANI

2012310014

Dosen Pembimbing:

Reni Arisanti, S.T., M.T.

Dedi Yansen, S.St., M.Pd.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2025

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PRODUKTIVITAS BATUBARA ALAT GALI MUAT EXCAVATOR CATERPILLAR 345 DAN ALAT ANGKUT DUMP TRUCK AXORS DI PT DIZAMATRA POWERENDO SITE LAHAT SUMATERA SELATAN.

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

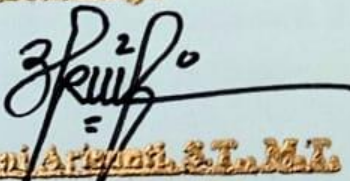
AKHRAMDANI

2022310014

Prabumulih, Juni 2025

Pembimbing I

Pembimbing II


Rendi Arifanti, S.T., M.T.
NIDN. 0207017701


Dedi Yansen, S.St., M.Pd.
NIDN. 02013128501


**Kenia Program Studi
Teknik Pertambangan**

Niche Novanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "Analisis Produktivitas Batubara Alat Gali Muat Excavator Caterpillar 345 dan Alat Angkut Dump Truck Axors di PT Dizamatra Powerindo Site Labai Sumatera Selatan", telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar hasil Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari Senin, Juni 2025, dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui secara lengkap dengan menanda Tim Penguji Sidang hasil Tugas Akhir.

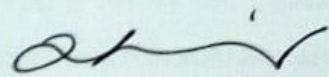
Prabumulih, Juni 2025

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

Ketua:

1. Ahmad Huzul, S.T., M.T.

NIDN.0206186603



Anggota:

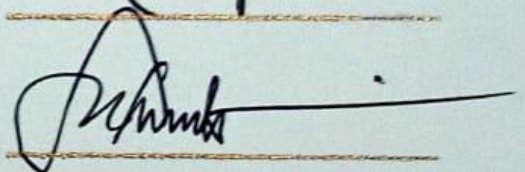
1. Ridho Yovanda, S.T., M.T.

NIDN. 0218099302



2. Subardiman Gumanti, S.T., M.T.

NIDN. 0221027003



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Akhramdani

NIM : 2022310014

Prodi : D3 Teknik Pertambangan

Judul : Analisis Produktivitas Batubara Alat Gali Muat *Excavator* Caterpillar 345 dan Alat Angkut *Dump Truck* Axors di PT Dizamatra Powerindo Site Lahat Sumatera Selatan.

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

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



Prabumulih, Juni 2025

Yang Bersangkutan



Akhramdani

2022310014

ABSTRAK

ANALISIS PRODUKTIVITAS BATUBARA ALAT GALI MUAT *EXCAVATOR* CATERPILLAR 345 DAN ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* AXORS DI PT DIZAMATRA POWERINDO *SITE* LAHAT SUMATERA SELATAN

**Akhramdani, 2022310014, 2025
Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih**

xii + 35 Halaman, 9 Tabel, 16 Gambar, 6 Lampiran

Penelitian ini dilakukan di PT Dizamatra Powerindo, *Site* Lahat, untuk menganalisis produktivitas alat gali muat (*excavator* Caterpillar 345) dan alat angkut (*dump truck* Axors). Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data primer berupa waktu edar alat (*cycle time*) dan jarak angkut, serta data sekunder berupa spesifikasi alat dan kondisi tambang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa produktivitas *excavator* sebesar 239,13 Ton/jam dan *dump truck* sebesar 34,85 Ton/jam, dengan efisiensi kerja 65%. *Match factor* aktual sebesar 0,73 menunjukkan ketidakseimbangan kerja antara alat gali muat dan alat angkut, yang mengakibatkan waktu tunggu bagi alat gali muat dan menurunnya efisiensi. Dengan penambahan 2 unit *dump truck*, nilai *match factor* dapat ditingkatkan di angka 1 yaitu 1,02. Yang mencerminkan keserasian optimal antar alat. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas meliputi kondisi medan kerja, kualitas jalan angkut, serta pola pemuatan. Penelitian ini memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan keserasian alat dan efektivitas produksi di lapangan.

Kata Kunci : Produktivitas alat gali muat dan alat angkut, *match factor*, batubara.

Kepustakaan : 14 (1974 – 2022)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Analisis Produktivitas Batubara Alat Gali Muat *Excavator* Caterpillar 345 dan Alat Angkut *Dump Truck* Axors di PT Dizamatra Powerindo Site Lahat Sumatera Selatan”.

Seminar Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si. selaku Rektor Universitas Prabumulih.
2. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan
4. Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T. selaku Pembimbing I.
5. Bapak Dedi Yansen, S.Si., M.Pd. selaku pembimbing II.
6. Bapak/Ibu selaku Tim Penguji.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
9. Kepala Teknik Tambang, Pimpinan, dan seluruh Staf PT Dizamatra Powerindo yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
10. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
11. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2022 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Prabumulih, Juni 2025

Akhramdani
2022310014

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Tahapan Penelitian	3
1.7 Bagan Alir Peneltian	4
BAB II TINJAUAN UMUM	6
2.1 Sejarah PT Dizamatra Powerindo	6
2.2 Struktur Organisasi	7
2.3 Lokasi	7
2.3.1 Kesampaian Daerah	8
2.4 Iklim dan Curah Hujan	9
2.5 Keadaan Geologi dan Stratigrafi	9
2.5.1 Keadaan Geologi	9
2.5.2 Keadaan Stratigrafi	11
2.6 Kegiatan Penambangan	12
2.7 Proses Bisnis (<i>Business Process</i>)	12

	Halaman
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	15
3.1 Batubara	15
3.2 Jenis Alat Gali Muat dan Alat Angkut	16
3.3 Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut	17
3.4 Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>).....	18
3.4.1 Waktu Edar Alat Gali Muat	19
3.4.2 Waktu Edar Alat Angkut	19
3.5 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat	20
3.6 Efisiensi Kerja.....	21
3.7 Keserasian Kerja Alat (<i>Match Factor</i>)	22
BAB IV PEMBAHASAN.....	24
4.1 Menghitung Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	24
4.1.1 <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat	24
4.1.2 <i>Cycle Time</i> Alat Angkut.....	25
4.1.3 Efisiensi Kerja.....	26
4.1.4 <i>Bucket Fill Factor</i>	27
4.1.5 <i>Swell Factor</i>	28
4.1.6 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat	28
4.1.7 Perhitungan Produktivitas Alat Angkut	29
4.2 Menganalisis Keserasian Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut	30
4.2.1 <i>Match Factor</i> Aktual	30
4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas	31
4.3.1 Kondisi <i>Front Loading</i>	31
4.3.2 Kondisi Jalan Angkut	31
4.3.3 Kondisi Cuaca	32
BAB V PENUTUP	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian	5
Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Dizamatra Powerindo	7
Gambar 2.2 Lokasi	8
Gambar 2.3 Kesampaian Daerah	9
Gambar 2.4 Batas dan Letak Cekungan Sumatera Selatan	10
Gambar 2.5 <i>Business Process</i>	14
Gambar 3.1 Batubara	16
Gambar 3.2 <i>Excavator</i>	16
Gambar 3.3 <i>Dump Truck Axors</i>	17
Gambar 4.1 Ilustrasi <i>Fill Factor</i>	28
Gambar 4.2 Kondisi <i>Front</i> Penambangan	31
Gambar 4.3 Kondisi Jalan Angkut	32
Gambar C. Peta Topografi PT Dizamatra Powerindo	45
Gambar D. Data Parameter Curah Hujan	46
Gambar E. <i>Excavator</i> Caterpillar 345	47
Gambar F. <i>Dump Truck Axors</i>	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Frekuensi <i>Digging</i>	24
Tabel 4.2 Frekuensi <i>Manuver Loading</i>	25
Tabel 4.3 Efisiensi Kerja	26
Tabel 4.4 Hambatan Kerja	27
Tabel 4.5 <i>Swell factor</i>	28
Tabel A1 <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat	36
Tabel B1. <i>Cycle Time</i> Alat Angkut	40
Tabel E1. Spesifikasi <i>Excavator</i> Caterpillar 345	47
Tabel F1. Spesifikasi <i>Dump Truck</i> Axors	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat <i>Excavator</i> Caterrpillar 345	36
Lampiran B <i>Cycle Time</i> Alat Angkut <i>Dump Truk</i> Axors	40
Lampiran C Peta Topografi	45
Lampiran D Data Parameter Curah Hujan	46
Lampiran E Spesifikasi Alat Gali Muat <i>Excavator</i> Caterpillar 345	47
Lampiran F Spesifikasi Alat Angkut <i>Dump Truck</i> Axors	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batubara adalah bahan bakar *hydro-carbon* padat yang terbentuk dari tumbuhan-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama, Achmad Prijono,dkk (1992).

Kegiatan penambangan batubara merupakan suatu proses yang kompleks dan membutuhkan koordinasi yang baik antara berbagai alat mekanis untuk mencapai efisiensi kerja yang optimal. Salah satu faktor kunci dalam proses *coal getting* adalah keserasian antara alat gali muat dan alat angkut. Keserasian ini sangat penting karena akan mempengaruhi efektivitas dan produktivitas kerja di lapangan. Apabila terjadi ketidakserasian antara alat gali muat dan alat angkut, maka proses pemindahan material dari *front* penambangan ke tempat penumpukan akan mengalami hambatan, yang pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas dan menyebabkan waktu kerja menjadi tidak efektif.

Dalam praktiknya, kondisi ideal di lapangan sering kali sulit dicapai. Berbagai kendala teknis maupun non-teknis dapat menyebabkan tidak sinkronnya kerja antara alat gali muat dan alat angkut. Salah satu contohnya adalah adanya kerusakan pada salah satu unit alat berat, keterlambatan dalam perawatan, hingga kondisi medan yang berat pada area *front* penambangan. Medan yang tidak rata, kemiringan yang tinggi, serta adanya endapan batubara yang diselimuti oleh lapisan tanah penutup yang keras dapat memperlambat kinerja alat, baik dalam proses penggalian maupun pengangkutan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis menganggap penting untuk melakukan Analisis Produktivitas Batubara Alat Gali Muat *Excavator* Caterpillar 345 dan Alat Angkut *Dump Truck* Axors di PT Dizamatra Powerindo Site Lahat, Sumatera Selatan. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai kinerja alat serta rekomendasi perbaikan untuk mendukung pencapaian target produksi secara optimal.

1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya membahas tentang Analisis Produktivitas Batubara Alat Gali Muat *Excavator* Caterpillar 345 dan Alat Angkut *Dump Truck* Axors di PT Dizamatra Powerindo *Site* Lahat, Sumatera Selatan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian yang dilakukan di PT Dizamatra Powerindo *site* Lahat adalah sebagai berikut:

1. Menghitung produktivitas batubara alat gali muat dan alat angkut di PT Dizamatra Powerindo *site* Lahat, Sumatera Selatan.
2. Menganalisis keserasian kerja alat gali muat *excavator* Caterpillar 345 dan alat angkut *dump truck* Axors.
3. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas batubara alat gali muat dan alat angkut.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian dilakukan untuk meningkatkan pemahaman kita. Penelitian memberikan informasi dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Secara spesifik manfaat penelitian ini mencakup dua aspek yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Manfaat secara akademik, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu pengetahuan dibidang teknik pertambangan khususnya pada peralatan mekanis. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu sebagai bahan untuk melanjutkan penelitian terkait kinerja alat gali muat dan alat angkut pada tambang batubara.

2. Manfaat Praktis

Manfaat secara praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada perusahaan pertambangan maupun pemerintah terkait tentang nilai produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut.

1.5. Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Khususnya pada Pit 4 *Bottom* PT Dizamatra Powerindo. Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan, dari tanggal 06 Januari – 06 Februari 2025.

1.6. Tahapan Penelitian

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

1. Observasi Lapangan

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

2. Pengambilan Data

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

1. Data Primer yaitu data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan, dan pengukuran langsung di lapangan. Data yang diambil antara lain:

- a. Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat dan alat angkut.
- b. Jarak angkut dari *front* penambangan batubara ke *Run Of Mine* (ROM) /*Stockpile*.

2. Data sekunder adalah data yang dikumpulkan berdasarkan literatur dari berbagai referensi seperti:

- a. Peta lokasi dan topografi
- b. Peta IUP (Izin Usaha Pertambangan)
- c. Data curah hujan
- d. Data spesifikasi alat gali muat dan alat angkut

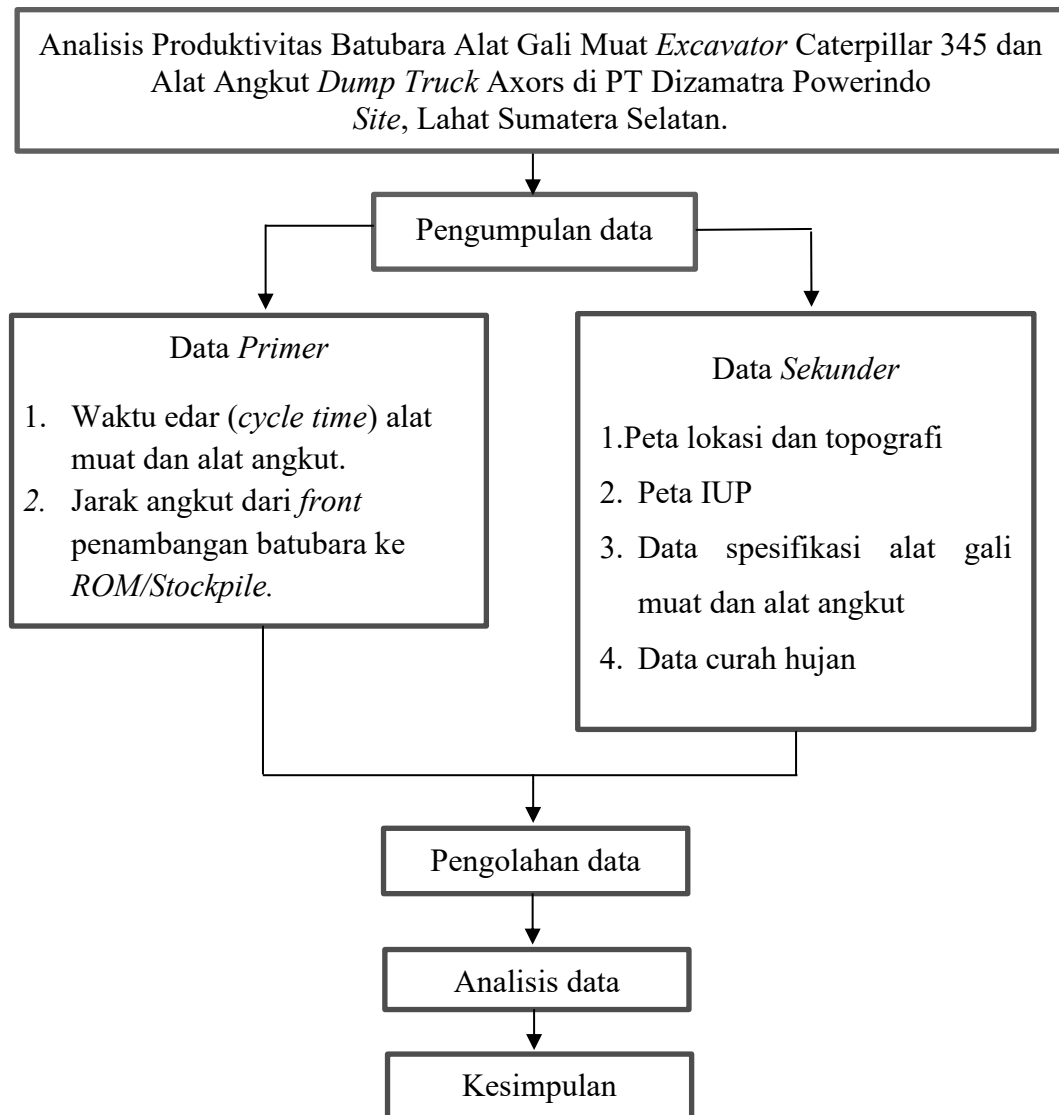
3. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu sebagai berikut:

- a. Studi pustaka, yaitu dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan membaca buku literatur yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas dalam penelitian sehingga dapat digunakan sebagai landasan dalam pemecahan masalah.
 - b. Studi lapangan, yaitu mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan.
4. Analisis Hasil Pengolahan Data
- Data yang telah dikumpulkan dari hasil pengamatan selama berada di lapangan akan dilakukan pengolahan data berupa perhitungan dengan menggunakan persamaan (rumus-rumus) yang terkait.
5. Kesimpulan
- Dilakukan dengan tujuan agar dapat memperoleh kesimpulan sementara, setelah dilakukan semua proses tahapan pengolahan data lebih lanjut maka akan mendapatkan hasil akhir dari penelitian.

1.7. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dari kegiatan penelitian yang dilakukan dengan tahapan dari penelitian Gambar 1.1.



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Sejarah PT Dizamatra Powerindo

PT Dizamatra Powerindo adalah salah satu dari *Independent Power Producer* (IPP) dengan pertumbuhan tercepat di Indonesia. Sejak didirikan pada tahun 1994, *operasional* perusahaan telah berkembang pesat. Perkiraan untuk beberapa tahun ke depan menunjukkan bahwa ekspansi akan terus berlanjut. PT Dizamatra Powerindo adalah anggota dari grup perusahaan priamanaya yang berkantor pusatnya di Jakarta, Indonesia. Priamanaya Group adalah struktur organisasi dengan lebih dari 15 perusahaan yang beroperasi di bawah manajemen dan kendalinya.

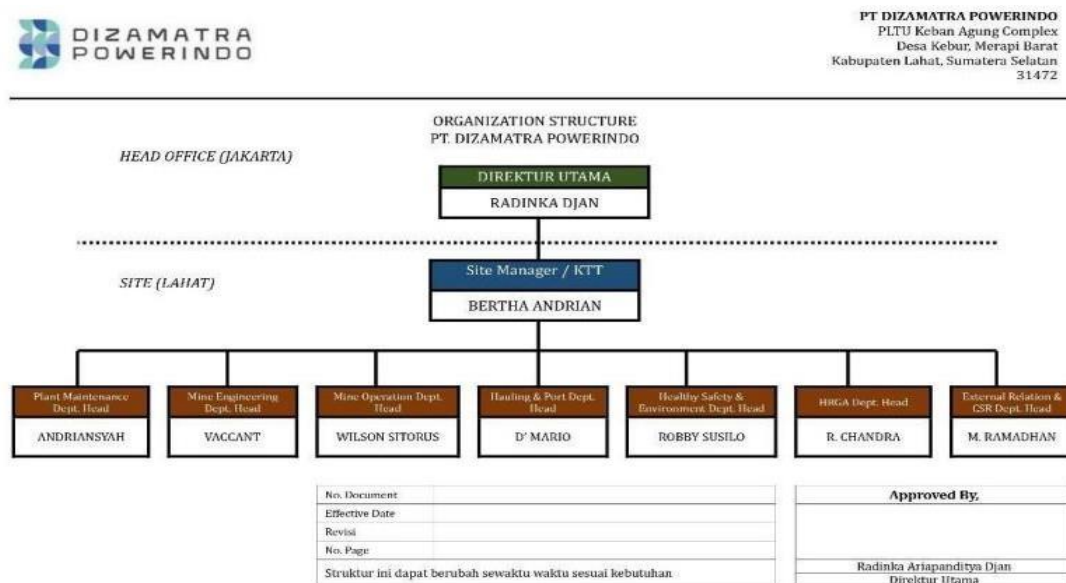
Selain unit pembangkit listrik, PT Dizamatra Powerindo juga merupakan perusahaan pertambangan batubara yang beroperasi di Lahat, Sumatera Selatan, Indonesia. Dengan memiliki izin penambangan dan keputusan bupati Lahat tentang "Izin Usaha Pertambangan Nomor: 503/172/KEP/PERTAMBEN/2010" selama 20 tahun. Selain itu, PT Dizamatra Powerindo telah mendapatkan "*Sertifikat Clean & Clear*" dari Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara sebagai bagian dari tahap VIII.

PT Dizamatra Powerindo memiliki cadangan batubara yang dapat dieksploitasi yaitu 205 juta ton pada (Blok B). Dengan luas sekitar 971 (Sembilan Ratus Tujuh Puluh Satu) Ha. Sejak 2010, produk batubara pada PT Dizamatra Powerindo digunakan untuk pasar domestik dan ekspor. Perusahaan telah memproduksi batubara *sub-bituminous* dengan rata-rata karakteristik batubara sebagai berikut :

1. *Calorific Value* 4784.2 (kcal/kg GAR)
2. *Total Moisture* 29 % (ar)
3. *Total Sulphur* 0.7 % (adb)
4. *Ash Content* 11.6 % (adb)
5. *Volatile Matter* 37.93 % (adb)
6. *Fixed Carbon* 36.86 % (adb)

2.2. Struktur Organisasi

Untuk menjamin kelancaran pelaksanaan pekerjaan penambangan batubara PT Dizamatra Powerindo disusun pola kerja yang tersusun sesuai dengan tugas dan masing-masing kepala bagian tersebut didukung oleh staf yang sesuai dengan bidang keahlian tertentu untuk mendukung kelancaran pekerjaan, dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Sumber: PT Dizamatra Powerindo (2025).

Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Dizamatra Powerindo

2.3. Lokasi

Citra satelit wilayah operasi pertambangan yang mencakup dua konsesi izin usaha pertambangan (IUP), yaitu IUP PT. DP dan IUP PT. AM. Kedua wilayah ini dibatasi dengan garis berwarna merah yang menunjukkan batas administratif masing-masing area IUP. Lokasi pertambangan utama tampak berada di tengah gambar, menunjukkan area yang telah mengalami aktivitas penambangan yang signifikan, terlihat dari perubahan warna dan pola lahan.

Wilayah IUP PT. DP terletak di bagian barat gambar, sedangkan IUP PT. AM berada di bagian timur. Selain memperlihatkan batas wilayah, peta ini juga menunjukkan infrastruktur penunjang seperti jalan akses, permukiman, dan aliran sungai yang berada di sekitar area tambang. Orientasi utara ditunjukkan oleh panah hitam di pojok kiri atas, yang mempermudah interpretasi arah pada peta ini.

Penelitian ini dilaksanakan di PT Dizamatra Powerindo yang secara administratif berlokasi di Keban Agung, Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan dan secara astronomis berada pada koordinat $103^{\circ}35'54,30'' - 103^{\circ}38'47,10''$ BT dan $3^{\circ}43'18,60'' - 3^{\circ}45'38,20''$ LS. Lokasi ini dapat dilihat pada google maps dan Kesampaian Daerah IUP PT Dizamatra Powerindo. Untuk mencapai lokasi IUP, perjalanan dari Prabumulih dengan transportasi darat yang berupa kendaraan roda empat memakan waktu yaitu selama sekitar 3 jam dengan jarak tempuh sejauh kurang lebih 115 km (Gambar 2.3). Jalan yang dilalui untuk ke lokasi IUP merupakan Jalan Provinsi dan Jalur Lintas Sumatera.

Peta ini digunakan untuk memberikan gambaran visual mengenai sebaran wilayah kerja kedua perusahaan serta hubungannya dengan kondisi geografis sekitarnya. Informasi ini penting sebagai dasar dalam perencanaan dan evaluasi kegiatan operasional pertambangan, termasuk pengelolaan dampak lingkungan dan sosial di kawasan tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.

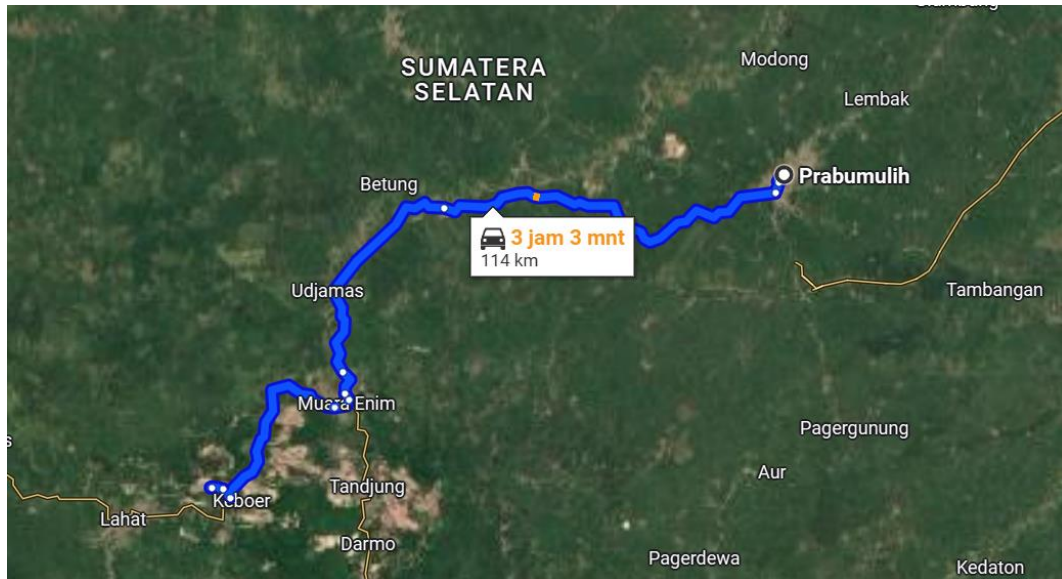


Sumber: PT Dizamatra Powerindo (2025).

Gambar 2.2 Lokasi

2.3.1. Kesampaian Daerah

Lokasi IUP terletak di jalur Trans Sumatera sehingga akses menuju lokasi IUP sangat mudah. Perjalanan menuju ke lokasi IUP cukup lancar karena didukung infrastruktur jalan kabupaten dan jalan kecamatan yang kondisinya cukup baik.



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 2.3 Kesampaian Daerah

2.4. Iklim dan Curah Hujan

Secara umum kondisi iklim di daerah penambangan PT Dizamatra Powerindo Lahat adalah tropis basah, mempunyai suhu udara rata-rata maksimum 32°C , penyinaran matahari berlangsung sepanjang tahun. Sebagaimana umumnya daerah tropis maka di lokasi tambang batubara Lahat mempunyai dua musim yakni musim kemarau dan musim hujan.

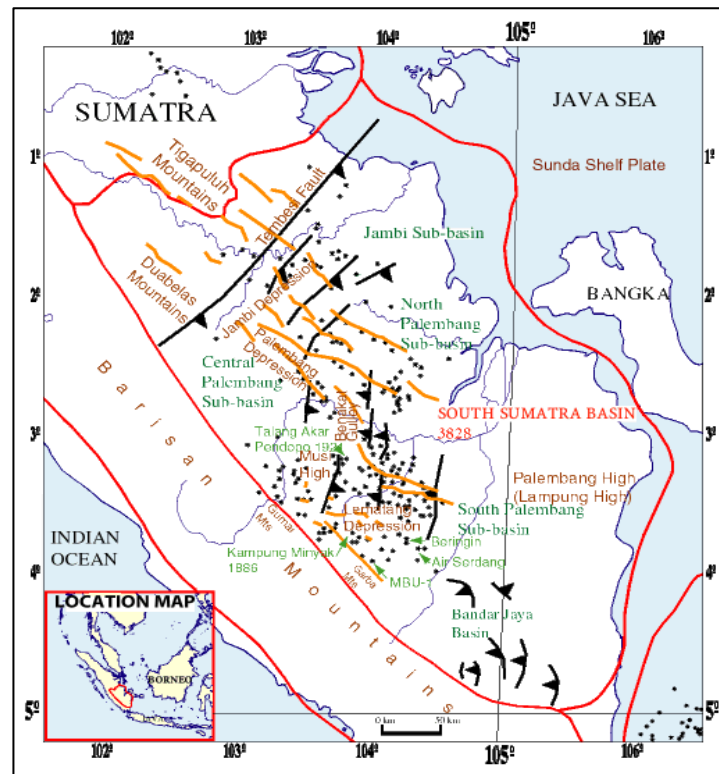
2.5. Keadaan Geologi dan Stratigrafi

2.5.1. Keadaan Geologi

Geologi *regional* wilayah pertambangan dipengaruhi oleh sistem *subduksi* lempeng yang terdapat di Sumatera bagian Barat, khususnya antara Lempeng *Eurasia* yang relatif *stasioner* dan Lempeng India-Australia yang bergerak ke arah Timur Laut dan bergerak ke Utara. Secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi morfologi, tektonik, struktur geologi, dan kondisi batuan di wilayah penambangan di Cekungan Sumatera Selatan. Menurut teori lempeng tektonik, cekungan batubara Tersier di bagian barat Indonesia terhubung ke busur kepulauan.

Kita mengenal cekungan pasca busur, cekungan pra busur, dan cekungan intramontana, atau cekungan antar busur, dalam sistem ini. Setiap cekungan tersebut memiliki karakteristik cadangan batubara yang unik. Sebaliknya, kecuali Cekungan

Kutai dan Cekungan Tarakan di Kalimantan Timur, yang dikategorikan sebagai cekungan tepi benua, semua cekungan batubara tersier di Indonesia (termasuk cekungan Sumatera Selatan) diklasifikasikan sebagai cekungan landas kontinen karena seluruh isinya terhubung dengan kerak benua.



Sumber: Bishop, 2000.

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. Secara umum, Cekungan Sumatera Selatan menghasilkan endapan batubara yang tersebar luas, tetapi peringkat batubaranya tidak tinggi, kecuali di sekitar lokasi intrusi batuan beku. Gambar nyata dari penambangan batubara PT Dizamatra Powerindo terdiri dari tiga alur utama: *seam* A, *seam* B, dan *seam* C. Ketebalan rata-rata alur A adalah 13,3 meter, alur B 16,9 meter, dan alur C 7,5 meter. Sebagai contoh, karakteristik seam batubara adalah sebagai berikut:

1. *Seam* A:

karakteristik seam A adalah memiliki split atau percabangan perlapisan dengan penamaan seam A yang memiliki ketebalan 11,9 m.

2. *Seam* B:

karakteristik seam B relatif memiliki ketebalan konsisten tanpa adanya *splitting* dan seam ini adalah yang memiliki cadangan terbesar dari pit selatan DP.

3. *Seam* C:

karakteristik seam C serupa dengan seam B yaitu konsisten ketebalannya dan tanpa adanya *splitting*.

2.5.2. 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.

2.6. Kegiatan Penambangan

Blok-blok penambangan yang dimiliki oleh PT Dizamatra Powerindo ditangani oleh kontraktor yang terdiri dari PT Cipta Kridatama dan PT Kalimantan Prima Persada. Adapun urutan yang penambangan yang diterapkan di PT Dizamatra Powerindo 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
6. Pengangkutan batubara dari ROM/*Stockpile* ke *Crushing Point*
7. Pengolahan

2.7. Proses Bisnis (*Business Process*)

PT Dizamatra Powerindo memiliki 2 (dua) *output* penjualan batubara yaitu kepada PLTU mulut tambang dan juga untuk market domestik dan ekspor, sehingga terdapat 2 (dua) rantai suplai batubara untuk mencapai penjualan. Untuk memasok batubara ke PLTU mulut tambang rantai suplai yang digunakan oleh PT Dizamatra Powerindo sangat sederhana yaitu batubara yang berasal dari tambang akan di angkut menuju sebuah ROM/*Stockpile* yang memiliki *Coal Processing*.

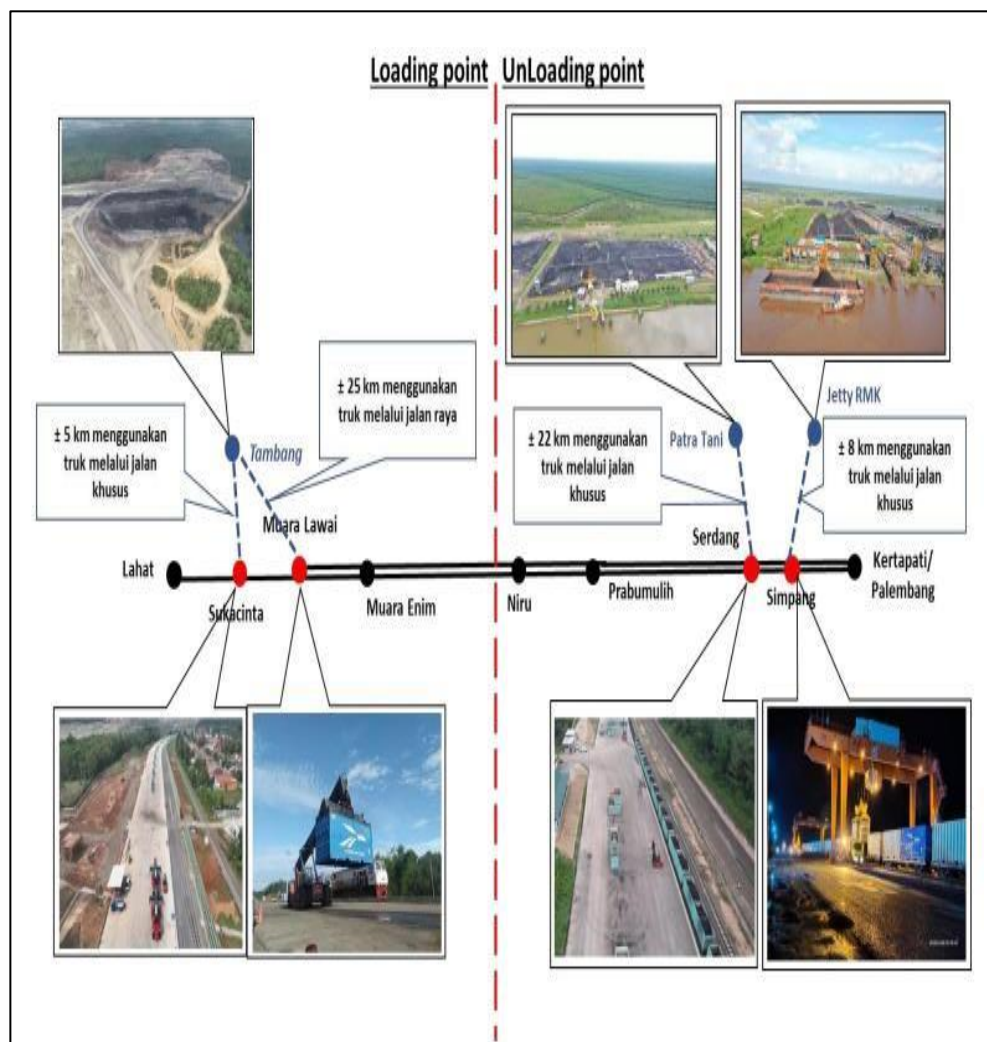
Plant (CPP) untuk dilanjutkan menggunakan *conveyor belt* menuju PLTU. Jarak antara tambang sampai ROM/*Stockpile* khusus produk PLTU adalah 3,5 km. Rantai suplai untuk penjualan domestik dan ekspor memiliki tahapan yang lebih panjang dibandingkan pasokan untuk PLTU, dikarenakan pelabuhan yang

digunakan PT Dizamatra Powerindo yaitu Terminal Khusus Batubara Patra Tani yang merupakan milik sendiri berjarak 167 km dari tambang. Gambaran rantai suplai batubara PT Dizamatra Powerindo dan lokasi Pelabuhan dapat dilihat pada (Gambar 2.5).

Batubara produk hasil *crushing* dibawa dari tambang menuju pelabuhan menggunakan 3 (tiga) rute, yaitu:

1. Rute Tambang PT Dizamatra Powerindo untuk menuju Stasiun Muat Sukacinta ke Stasiun Serdang kemudian Pelabuhan. Kegiatan hauling dimulai membawa batubara menggunakan truk *flat deck* yang membawa kontainer dari *stockpile* di tambang PT Dizamatra Powerindo dengan melalui jalan khusus angkutan batubara sepanjang 5,5 km menuju *Cointainer Yard* (CY) di Stasiun Muat Sukacinta untuk dimuat ke atas kereta api, dan selanjutnya kereta api berangkat dari Stasiun Muat Sukacinta ke Stasiun Bongkar Serdang dengan jarak 142 km dan kemudian kontainer dari kereta api dipindahkan ke atas truk untuk dibawa ke Pelabuhan untuk dibongkar di *stockpile* dengan melalui jalan khusus angkutan batubara sepanjang 22 km. Selama proses ini tidak ada sample kualitas yang diambil untuk diuji kualitasnya.
2. Rute Tambang PT Dizamatra Powerindo untuk menuju Stasiun Muat Muaralawai 2 (dua) ke Stasiun Serdang kemudian Pelabuhan. Kegiatan hauling dimulai membawa batubara menggunakan *dump truck* dari *stockpile* di tambang PT Dizamatra Powerindo dengan melalui jalan negara sepanjang 20 km menuju *stockpile* Stasiun Muat Muaralawai 2 (dua) untuk dimuat ke kontainer dan ke atas kereta api, dan selanjutnya kereta api berangkat dari Stasiun Muat Muaralawai 2 (dua) ke Stasiun Bongkar Serdang dengan jarak 120 km dan kemudian kontainer dari kereta api dipindahkan ke atas truk untuk dibawa ke Pelabuhan untuk dibongkar di *stockpile* dengan melalui jalan khusus angkutan batubara sepanjang 22 km. Selama proses ini tidak ada sample kualitas yang diambil untuk diuji kualitasnya.
3. Rute Tambang PT Dizamatra Powerindo untuk menuju Stasiun Muat Muaralawai 1 (satu) ke Stasiun Simpang kemudian Jetty RMK. Kegiatan *hauling* dimulai membawa batubara menggunakan truk *flat deck* yang membawa *container* dari *ROM/Stockpile* di tambang PT Dizamatra Powerindo dengan

melalui jalan negara sepanjang 25 km menuju *Stockpile* Stasiun Muat Muaralawai 1 (satu) untuk dimuat ke atas kereta api dan selanjutnya kereta api berangkat dari Stasiun Muat Muaralawai 1 (satu) ke Stasiun Bongkar Simpang dengan jarak 145 km dan kemudian kontainer dari kereta api dipindahkan ke atas truk untuk dibawa ke Jetty RMK untuk dibongkar di *Stockpile* dengan melalui jalan khusus angkutan batubara sepanjang 8 km. Selama proses ini tidak ada sample kualitas yang diambil untuk diuji kualitasnya.



Sumber: PT Dizamatra Powerindo (2025)

Gambar 2.5 Business Process

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Batubara

Batubara merupakan suatu batuan sedimen *organic* yang berasal dari penguraian sisa berbagai tumbuhan yang merupakan campuran yang heterogen antara senyawa *organic* dan zat *anorganic* (Muchjidin, 2006). Batubara merupakan batuan sedimen yang heterogen secara kimia dan fisika, komponen unsur utamanya terdiri atas *carbon*, *hydrogen*, dan *oksigen* serta unsur utamanya seperti belerang dan *nitrogen*.

Batubara berasal dari tumbuh-tumbuhan yang terendapkan di bawah permukaan bumi dan terbentuk karena adanya proses geologi dan kimiawi di dalamnya sehingga terbentuklah endapan batubara. Komposisi utama dari batubara yaitu terdiri dari karbon dan *hidrogen*, selain itu juga terdapat kandungan mineral nitrogen. Vegetasi berada pada hutan lebat di daerah lahan basah dataran rendah yang mati kemudian tertimbun oleh tanah atau material yang berada di atasnya dan terendapkan hingga terbentuklah gambut (*Peat*). Hingga mengalami proses kompresi dari lapisan sedimen yang berada di atasnya serta mengalami kenaikan temperatur akibat geothermal *gradient*. Mengakibatkan terjadinya lignit (*brown coal*) karena banyaknya unsur oksigen dan hidrogen yang terlepas sehingga unsur karbon bertambah.

Proses terbentuknya batubara terjadi dua tahap yaitu penggambutan dan pembatubaraan, secara singkat pembentukan batubara diawali dari proses konversi yang lambat dari vegetasi mati menjadi batubara disebut juga *carbonitation*, serta terjadinya kompresi terus menerus dan mengalami kenaikan temperatur terbentuklah batubara sub-bituminus dan bituminus. Kompresi terjadi terus menerus dan di iringi bertambahnya temperatur sehingga *moisture* sangat sedikit serta unsur karbon meningkat menjadikan batubara ke tingkat batubara yang tertinggi yaitu antrasit (Maulana, dkk 2020).



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 3.1 Batubara

3.2. Jenis Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Dalam industri pertambangan, alat mekanis adalah alat yang digunakan untuk menggali, mengangkut, mengolah, dan merawat lokasi tambang. Kesalahan dalam pemilihan alat mekanis dapat menyebabkan produksi yang tidak *efisien*, pelanggaran jadwal atau target, dan biaya perawatan yang tidak perlu. Alat mekanis berikut biasanya digunakan dalam pertambangan (Alwan, 2015):

1. Alat Gali Muat

Alat yang termasuk di dalam alat gali muat adalah *backhoe*, *power shovel*, *dragline* dan *clamshell*. *Backhoe* dan *power shovel* juga disebut alat penggali *hidrolis* karena *bucket* digerakkan secara *hidrolis*. Berikut contoh alat gali muat *excavator* bisa dilihat pada Gambar 3.2.



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 3.2 *Excavator*

2. Alat Angkut

Alat pengangkutan digunakan untuk mengangkut material seperti tanah, pasir, batubara, atau batuan lainnya dari tempat pemuatan ke tempat penumpahan. Kondisi lapangan, volume material, waktu yang dibutuhkan, dan biaya yang diperlukan memengaruhi jenis alat pengangkutan yang dipilih.

Dump Truck Axors adalah contoh alat *transportasi* yang bisa dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini.



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 3.3 *Dump Truck Axors*

3.3. Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Menurut Isgianda dkk, (2018). Produktivitas alat muat dan alat angkut dapat dibagi menjadi dua yaitu produktivitas tenaga kerja dan produktivitas alat berat. Hal ini mengharuskan untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan, seperti tenaga kerja yang berpendidikan tinggi, operator alat berat dan lain sebagainya yang tentunya memerlukan suatu perencanaan sehingga pelaksanaan dapat berjalan dengan baik. Produktivitas alat berat adalah batas kemampuan alat berat untuk bekerja hubungan antara tenaga kerja yang dibutuhkan, tenaga yang tersedia dan tenaga yang dapat dimanfaatkan sangat berpengaruh pada produktivitas suatu alat berat.

Untuk mencari kemampuan produktivitas alat gali muat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Almeida, 2012):

$$Q = \frac{3600}{CTa} \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

- Q = kapasitas produksi alat gali muat (Ton/jam)
 CTm = *Cycle time* alat gali muat (detik)
 Kb = Kapasitas *bucket* alat gali muat (m³)
 Bff = *Bucket Fill Factor* (%)
 Ek = Efisiensi optimal (%)
 Sf = *Swell Factor* (%)

Untuk mencari kemampuan produktivitas alat angkut dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Almeida, 2012):

$$Q = Na \times \frac{60}{CTa} \times Kb \times BFF \times SF \times EK \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

- Q = kapasitas produksi alat angkut (Ton/jam)
 Na = Banyak pengisian dalam satu kali *loading*
 CTa = *Cycle time* alat angkut (detik)
 Kb = Kapasitas *bucket* (m³)
 BFF = Faktor pengisian *bucket* (%)
 EK = Efisiensi kerja (%)
 SF = *Swell Factor* (%)

3.4. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Menurut Oemiati dkk, (2020). Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

3.4.1. Waktu Edar Alat Gali Muat (CTm)

Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari saat pengisian bucket sampai pada saat menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali berputar dengan bucket kosong Isgianda dkk, (2018).

Rumus:

$$C_{tm} = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

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

T_{m1} = Waktu menggali material (detik)

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

T_{m3} = Waktu menumpahkan muatan (detik)

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

3.4.2. Waktu Edar Alat Angkut (CTa)

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuat, waktu di isi muatan, waktu dumping dan waktu kembali kosong (Isgianda, dkk 2018).

Rumus :

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

C_{ta} = Waktu edar alat angkut (menit)

T_{a1} = Waktu mengambil untuk posisi untuk dimuat (menit)

T_{a2} = Waktu diisi muatan (menit)

T_{a3} = Waktu mengangkut muatan (muatan)

T_{a4} = Waktu mengambil posisi untuk menumpahkan (menit)

T_{a5} = Waktu pengosongan muatan (menit)

T_{a6} = Waktu kembali kosong (menit)

3.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

Untuk menghitung waktu kerja efektif dan optimal dalam perencanaan penggunaan peralatan dan perhitungan produksi dalam jangka waktu tertentu, berikut akan dibahas ketersediaan alat tambang, baik dari segi ketersediaan mekanik, fisik, ketersediaan, penggunaan efektif, dan penggunaan optimal berikut ini (Mardiyanto, 2017):

1. Ketersediaan Alat Ketersediaan alat merupakan faktor yang menunjukkan kondisi alat mekanis yang digunakan dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama waktu kerja dari alat yang tersedia. Berikut ini ialah jenis ketersediaan alat.

- a. Ketersediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

Ketersediaan mekanis ialah faktor yang menunjukkan ketersediaan alat dalam melakukan pekerjaan dengan memperhitungkan kehilangan waktu karena adanya perbaikan mesin, perawatan mesin, dan alasan mekanis lainnya. Jika ketersediaan mekanis kecil maka dapat dikatakan bahwa kondisi mekanis alat kurang baik sehingga jam perbaikan tinggi dan hanya digunakan sebagai cadangan.

- b. Ketersediaan Fisik (*Physical Availability*)

Ketersediaan fisik ialah faktor yang menunjukkan ketersediaan alat untuk melakukan pekerjaan dengan memperhitungkan waktu yang hilang karena jalan yang rusak, hujan lebat, kabut dan lainnya.

- c. Penggunaan Ketersediaan (*Use of Availability*)

Penggunaan Ketersediaan menunjukkan persentase dari waktu yang digunakan alat untuk beroperasi dalam keadaan alat tidak rusak. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui keefektifan alat yang tidak rusak dimanfaatkan dan menjadi alat manajemen untuk melihat pengaturan penggunaan peralatan yang paling baik. Apabila persentase rendah berarti pengoperasian alat tidak maksimal.

- d. Waktu kerja efektif (*Effective Utilization*)

Menunjukkan seberapa besar dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk berkerja secara produktif (effisiensi kerja).

2. Kondisi Cuaca / Keadaan cuaca memengaruhi kerja alat mekanis seperti:

a. Musim Kemarau

Pada musim kemarau, banyak debu beterbangan, yang dapat mengganggu operator peralatan mekanis karena jarak pandang yang terbatas, sehingga alat tidak dapat bergerak dengan bebas dan waktu edar menjadi lebih lama, yang dapat mengurangi efisiensi kerja. Pada musim hujan, jalan menjadi berlumpur, menghalangi alat mekanis untuk bergerak. Alat mekanis dengan ban karet sering mengalami selip atau terbenam dalam lumpur. Dengan demikian, faktor cuaca dapat mengurangi efisiensi alat mekanis, seperti meningkatkan tingkat keausan ban, yang pada gilirannya mengakibatkan penurunan tingkat produksi.

2. Jalan Tambang

Jalan tambang atau jalan produksi merupakan jalan yang terdapat pada area penambangan atau area proyek yang digunakan dan dilalui oleh alat mekanis dan unit penunjang lainnya dalam kegiatan pengangkutan tanah penutup, bahan galian tambang, dan kegiatan penunjang penambangan.

c Efisiensi Operator

Efisiensi operator sangat sulit untuk diukur secara akurat karena bervariasi mulai dari hari ke hari bahkan dari jam ke jam tergantung dari keadaan jalan, cuaca, keadaan alat yang dikemudikan serta suasana kerja di lapangan. Selain kemalasan karyawan, faktor yang dapat menurunkan efisiensi operator yaitu operator lalai dalam melakukan pengecekan alat sebelum digunakan.

d Faktor material lapisan tanah penutup (*overburden*)

Lapisan tanah atau batuan yang berada diatas dan langsung menutupi lapisan bahan galian berharga sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dapat menggali bahan galian berharga tersebut.

3.6. Efisiensi Kerja

Menurut Harianto, dkk (2021), *efisiensi* kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. *Effisiensi* kerja juga terkait akan

dengan *produktivitas* kerja yang merupakan suatu perbandingan antara hasil yang di capai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang diperlukan (*input*).

Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Wke = Wkt - Wht \dots\dots\dots (3.5)$$

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{Wke}{Wkt} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan:

Wke = waktu kerja efektif, menit

Wkt = waktu kerja tersedia, menit

Wht = waktu hambatan, menit

3.7. Keserasian Kerja Alat (*Match Factor*)

Menurut Indonesianto (2018), 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 dilakukan dengan *match factor*. Untuk menilai keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut digunakan persamaan sebagai berikut:

$$MF = \frac{Na \times n \times Ctm}{Nm \times Cta} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana:

MF = *Match Factor*

Na = Jumlah alat angkut (unit)

Nm = Jumlah alat gali muat (unit)

n = Banyaknya pengisian tiap satu alat angkut

Cta = Waktu Siklus alat angkut (detik)

Ctm = Waktu Siklus alat gali muat (detik)

Menurut Indonesianto (2018), adapun cara menilainya adalah:

1. $MF < 1$, artinya alat muat bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
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.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Menghitung Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Di dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan batubara dari *front* penambangan ke *ROM/Stokpile 2* pada PT Dizamatra Powerindo Site Lahat yang dilakukan pada 06 Januari 2025 – 06 Februari 2025 menggunakan *excavator* Caterpillar 345 dengan kapasitas *bucket* 2,5 m³ fungsional dari *excavator* yaitu untuk melakukan pemuatan ke alat angkut sedangkan unit yang digunakan alat angkut yaitu *dump truck* Axors dengan kapasitas *vessel* 22 ton.

4.1.1. Cycle Time Excavator Caterpillar 345

Waktu Parameter *Digging excavator* Caterpillar 345

Jumlah Data (n) = 30 (Lampiran A1)

Min = 5,16 detik

Max = 8,73 detik

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

$$= 5,87$$

Jumlah Kelas = 6

$$= \frac{8,73 - 5,16}{6}$$

Interval Kelas = 0,59

Tabel 4.1 Frekuensi *Digging*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
5,16 – 5,75	7	23,33	5,45	38,18
5,75 – 6,34	7	23,33	6,04	42,31
6,36 – 6,95	5	16,67	6,65	33,25
6,95 – 7,55	3	10,00	7,24	21,73
7,55 – 8,13	4	13,33	7,84	31,36
8,14 – 8,73	4	13,33	8,43	33,74
Total	30	100	41,69	200,59

Sumber: Penulis, (2025).

Nilai rata-rata waktu *digging* alat gali muat adalah:

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

$$= \frac{200,59}{30} = 6,68 \text{ detik}$$

Maka dari contoh perhitungan di atas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat yaitu 18,46 detik. Untuk perhitungan parameternya selengkapnya bisa di lihat pada (lampiran A).

4.1.2. Cycle Time Dump Truck Axors

Waktu Parameter *Manuver Loading DT Axors*

Jumlah data (n) = 30 (Lampiran B.1)

Min = 26,42 Detik

Max = 36,81 Detik

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

$$= 5,87$$

Jumlah Kelas = 6

$$= \frac{36,81 - 26,42}{6}$$

Interval Kelas = 1,73

Tabel 4.2 Frekuensi *Manuver Loading*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
26,42 – 28,15	2	6,67	27,28	54,57
28,15 – 29,88	8	26,67	29,01	232,12
29,88 – 31,61	17	56,67	30,74	522,66
31,61 – 33,34	2	6,67	32,47	64,95
33,34 – 35,07	1	3,33	34,20	34,20
35,07 – 36,81	0	0,00	35,93	0,00
Total	30	100	189,63	908,5

Sumber: Penulis, (2025).

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

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

$$= \frac{908,5}{30} = 30,28 \text{ Detik}$$

Maka dari contoh perhitungan diatas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat angkut yaitu 1140,08 detik atau bisa dikoversikan ke menit menjadi 19.00 menit. Untuk perhitungan parameter-parameternya selengkapnya bisa di lihat pada (lampiran B).

4.1.3. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan apresiasi terhadap prestasi kerja atau perbandingan antara waktu kerja yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Untuk mengetahui efisiensi kerja dari produksi alat *excavator* dan *dump truck*, harus diketahui terlebih dahulu waktu kerja yang terdapat di PT Cipta Kridatama yang melakukan kegiatan *coal getting* di PT Dizamatra Powerindo.

Tabel 4.3 Efisiensi Kerja

Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
Shift 1		
06:00 – 12:00	Waktu Kerja	6 Jam
12:00 – 13:00	Waktu Istirahat	1 Jam
13:00 – 18:00	Waktu Kerja	5 Jam
Total Waktu Kerja		11 Jam
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
Shift 2		
18:00 – 00:00	Waktu Kerja	6 Jam
00:00 – 01:00	Waktu Istirahat	1 Jam
01:00 – 06:00	Waktu Kerja	5 Jam
Total Waktu Kerja		11 Jam

Sumber: Penulis, (2025).

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

Rata - rata jam efektif kerja menjadi :

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

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

$$\text{Jam kerja Harian} = \frac{153}{7} = 21,85 \text{ jam}$$

$$\text{Jam kerja Harian} = 1,311 \text{ menit}$$

Tabel 4.4 Hambatan Kerja

Hambatan	Aktual / 1 <i>Shift</i> (Menit)
Hambatan yang Dapat dihindari	
- Terlambat Kerja	20
- Istirahat Terlalu Lama	10
- Berhenti Kerja Lebih Awal	10
Total	40
Hambatan yang Tidak Dapat dihindari	
- Inspeksi Unit	10
- <i>Re-Fueling</i>	15
- Perbaikan Dan Kerusakan Alat ditempat (Kerusakan Ringan)	25
- Perbaikan <i>Front</i>	15
- <i>Slippery</i>	120
Total	185
Total Keseluruhan Waktu	40+185=225

Sumber: Penulis, (2025).

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Kerja Efektif} &= 1.311 \text{ Menit} - 225 \text{ Menit} \times 2 \text{ Shift} \\
 &= 1.311 - 450 \\
 &= 861
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Kerja} &= 861/1.311 \\
 &= 0,65 \times 100\% \\
 &= 65\%
 \end{aligned}$$

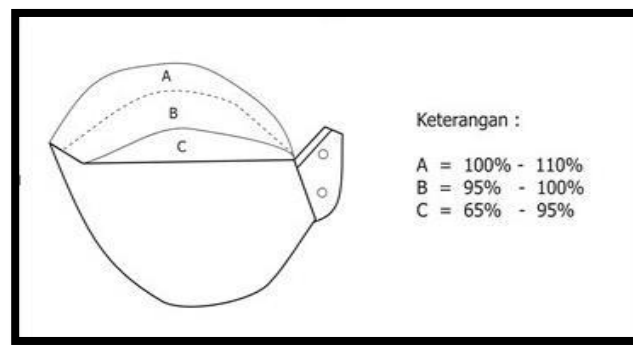
4.1.4. *Bucket Fill Factor*

Bucket fill factor adalah perbandingan antara *volume* material-material aktual didalam *bucket* dan *volume* kapasitas teoritis pada alat mekanis:

$$Bff = \frac{\text{kapasitas vassel/jumlah pasing}}{\text{kapasitas bucket}} \times 100\%$$

$$Bff = \frac{22/9}{2,5} \times 100 \%$$

$$Bff = 0,98\%$$



Sumber: *Face Fair Future*, (2021).

Gambar: 4.1 Ilustrasi *Fill Factor*

4.1.5. *Swell Factor*

Menurut Partanto 1993, suatu material yang terdapat didalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik sehingga detik bagian atau ruang-ruang kosong yang terisi udara akan tetapi jika material tersebut digali dari tempat aslinya maka akan terjadi faktor pengembangan, *swell factor* yang ada di PT Dizamatra Powerindo dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 *Swell Factor*

Parameter Material dan <i>Constanta Productivity</i>	
Material	<i>Swell Factor</i>
<i>Blasting Material</i>	0,77
<i>Feeding Material</i>	0,80
<i>Ripping Material</i>	0,77
<i>Mud Material</i>	0,83

Sumber: PT Cipta Kridatama *site* Dizamatra Powerindo.

4.1.6. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas alat gali muat dapat dihitung setelah melakukan pengumpulan data secara aktual di *front* batubara dengan mencatat dan menghitung *cycle time* alat gali muat. Perhitungan produktivitas alat gali muat *excavator* Caterpillar 345 dapat menggunakan persamaan rumus:

$$Q = \frac{3600}{CTa} \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \dots \dots \dots (4.1)$$

Keterangan:

Efisiensi Kerja (EK)	= 65%
<i>Bucket Fill Factor</i> (BFF)	= 98 %
Kapasitas <i>Bucket</i> (KB)	= 2.5 m ³
<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,77
<i>Cycle Time</i> Alat gali muat (CTm)	= 18,46 detik

Diketahui:

$$Q = \frac{3600}{18,46 \text{ detik}} \times 2,5 \text{ m}^3 \times 98 \% \times 0,77 \times 65\%$$

$$Q = 239,13 \text{ Ton/jam}$$

4.1.7. Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut dapat dihitung setelah melakukan pengumpulan data secara aktual di *front* batubara dengan mencatat dan menghitung *cycle time* alat angkut. Perhitungan produktivitas alat angkut *dump truck* Axors dapat menggunakan persamaan rumus:

$$Q = Na \times \frac{60}{CTa} \times Kb \times BFF \times SF \times Ek \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan:

Jumlah <i>Passing</i> (Na)	= 9 kali
Waktu edar alat angkut (Cta)	= 19,00 menit
Kapasitas <i>bucket</i> (Kb)	= 2,5 m ³
<i>Bucket Fill Factor</i> (BFF)	= 98 %
Efisiensi kerja (Ek)	= 65%
<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,77

Diketahui:

$$Q = 9 \times \frac{60}{19,00 \text{ menit}} \times 2,5 \text{ m}^3 \times 98 \% \times 0,77 \times 65 \%$$

$$= 34,85 \text{ Ton/jam}$$

4.2. Menganalisis Keserasian Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

4.2.1. Match Factor Aktual

Untuk mengetahui keserasian alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan persamaan berikut:

Rumus:

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

Diketahui:

Jumlah alat angkut (Na)	= 5 unit
Jumlah alat gali muat (Nm)	= 1 unit
Jumlah passing (n)	= 9 kali
Waktu edar alat angkut (Cta)	= 1140,08 detik
Waktu edar alat gali muat (Ctm)	= 18,46 detik

Jadi:

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

$$MF = \frac{5 \times 9 \times 18,46}{1 \times 1140,08}$$

$$MF = 0,73$$

Jadi *match factor* kerja dari alat gali muat dan alat angkut adalah 0,73 artinya terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat sehingga bekerja kurang maksimal, jika ingin mendapatkan sinkronisasi alat mendekati angka 1 harus dilakukan penambahan 2 (dua) unit alat angkut, maka efisiensi kerjanya akan meningkat, dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

Waktu edar alat gali muat	= 18,46 detik
Waktu edar alat angkut	= 1140,08 detik
Jumlah alat angkut	= 7 unit
Jumlah alat gali muat	= 1 unit
Jumlah <i>passing</i>	= 9 kali

Jadi:

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

$$MF = \frac{7 \times 9 \times 18,46}{1 \times 1140,08}$$

$$MF = 1,02$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai aktual *match factor* yang diperoleh dari *excavator* Caterpillar 345 dan *dump truk axors* mendekati angka 1 yaitu sebesar 0,87 dengan menggunakan 1 (satu) unit alat gali muat *excavator* Caterpillar 345 dan 7 (Tujuh) unit alat angkut *dump truck* Axors pada jarak tempuh 3400 meter. Jadi sebagai analisis disini untuk mendapatkan sinkronisasi alat dengan mendekati angka 1 maka penulis menambahkan 2 unit alat angkut.

4.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat antara lain sebagai berikut.

4.3.1. Kondisi *Front loading*

Kondisi lapangan akan sangat berpengaruh pada kinerja alat gali muat dan alat angkut, pada saat penulis melakukan penelitian kondisi lapangan berair dan banyak *spoil* bisa dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 4.2 Kondisi *Front* Penambangan.

4.3.2. Kondisi Jalan Angkut

Kondisi jalan angkut dari *front* penambangan ke *ROM/Stokpile 2* sudah cukup baik dengan lebar jalan 20 meter. Akan tetapi ada saat berdebu ketika jalan terlalu kering maka akan dilakukan penyiraman secara berkala.



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 4.3 Kondisi Jalan Angkut.

4.3.3 Kondisi Cuaca

Hujan dapat membuat jalan licin, dan bisa menghentikan operasi sementara pada saat sesudah hujan jalan biasanya menjadi licin dan sedikit berlumpur. penurunan daya cengkram, ban alat berat kehilangan traksi memperlambat proses pengangkutan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Produktivitas aktual pada *excavator* Caterpillar 345 yaitu sebesar 239,13 Ton/jam, sedangkan pada produktivitas aktual *dump truck* Axors yaitu sebesar 34,85 Ton/jam dengan jarak 3400 meter dari *side wall* barat ke *ROM/Stokpile* 2.
2. Dari hasil analisis keserasian kerja alat (*match factor*), berdasarkan hal ini nilai aktual yang diperoleh adalah 0,73 kondisi tersebut masih jauh untuk mendekati keserasian kerja alat, maka untuk mencapai *match factor* mendekati angka 1 diperlukan penambahan unit *dump truck* pada saat *hauling*.
3. Sementara faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat gali muat dan alat angkut yaitu seperti kondisi *front loading* yang tidak kering, kondisi jalan licin pada saat hujan dan berdebu pada saat kemarau dan kondisi cuaca yang sering hujan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah saya lakukan dilapangan maka ada beberapa saran bagi perusahaan yaitu sebagai berikut:

1. Nilai *match factor* harus terus diperhatikan agar tidak terjadi waktu tunggu yang berlebihan karena kurang atau lebihnya alat berat yang digunakan. Dari hasil perhitungan *match factor* penulis merekomendasikan penambahan 2 unit *dump truck* sehingga sinkronisasi kerja alat di angka 1 yaitu 1,02.
2. Peningkatan pengawasan di *front* penambangan batubara merupakan langkah penting untuk memastikan keselamatan kerja, kepatuhan terhadap regulasi, serta peningkatan efisiensi operasional. Dalam konteks industri pertambangan, pengawasan yang efektif tidak hanya berfungsi untuk mendeteksi potensi bahaya, tetapi juga untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang dapat merugikan perusahaan maupun pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, E.M.A., (2012), "*Kajian Telnis Alat Gali Muat Dan Aalat Angkut Dalam Upayah Memenuhi Sasaran Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Pada Penambangan Batu Bara Di PT Yustika Utama Energi Kalimantan Timur*", Program Studi Teknik Pertambangan UPN Veteran.
- Alwan, Y. D. (2015). *Kemampuan Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut PT. Pamapersada Nusantara Jobsite PT. Adaro Indonesia, Tutupan, Kabupaten. Academia.*
- Bishop, M. G. (2001). *South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System*. USGS Open File Report, 99-50-S, 22.
- De Coster, G.L. (1974). *The Geology of The Central and South Sumatera Basin*. Proceeding Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention.
- Harianto, I., Gunawan, K., & Sudiyanto, A. (2021). *Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Tanah Penutup di PT Saptaindra Sejati Jobsite Sera, Kalimantan Selatan*. Jurnal Teknologi pertambangan, Volume 7, Yogyakarta.
- Indonesianto, Yanto, 2018. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Penerbit Program Studi Teknik Pertambangan Yogyakarta.
- Isgianda, F., Sumarya, & Prabowo, H. (2018). *Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Pit B PT. Bina Bara Sejahtera, Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu*. Jurnal Bina Tambang, 1257.
- Maulana, R., Dewanto, O., & Abriyansyah, A. R. (2020). *Characterization of Coal Seams in the Arantiga and Seluang Mine Bengkulu Using Proximate Analysis Data*. JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi), 6(3), 197–204.
- Mardiyanto. (2017). *Evaluasi Faktor Keserasian Match Factor Antara Excavator Kobelco Sk 330 Dengan Dump Truck Fusso 220 Ps Pada Kegiatan Pertambangan PT. Minemax Indonesia*. Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.
- Muchjidin. 2006. *Pengendalian Mutu dalam Industri Batu Bara*. Penerbit ITB. Bandung.
- Oemiati, N., Revisdah, R., & Rahmawati, R. (2020). *Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden)*. Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil, Sumatera Selatan.

Prijono, Achmad, dkk., 1992, "*Pengertian Batubara*", ptba.co.id/en/knowledge/index/6/pengertian-batubara.

Prodjosumarto, P., 1993, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Bandung: Institut Teknologi Bandung

Ramadhana. (2022). *Fasies Pengendapan Batubara Formasi Lahat DI Tambang Air Laya, Cekungan Sumatera Selatan*. Padjadjaran Geoscience Journal, 994 - 1006

LAMPIRAN A *Cycle Time* Alat Gali Muat *Excavator* Caterpillar 345

Tabel A1. *Cycle Time* Alat Gali Muat

No	Digging (Detik)	Swing Isi (Detik)	Dumping (Detik)	Swing Kosong (Detik)	Total Seluruh Waktu (Detik)
1	5,16	6,77	4,23	4,56	20,72
2	8,55	3,59	2,24	4,52	18,9
3	7,91	3,35	3,11	4,51	18,88
4	8,42	3,54	3,04	3,24	18,24
5	7,56	4,7	3,53	3,83	19,62
6	7,60	4,55	3,61	3,46	19,22
7	7,48	4,7	3,51	3,68	19,37
8	8,66	3,95	2,94	3,9	19,45
9	6,25	4,36	4,36	3,5	18,47
10	6,49	5,24	3,38	4,19	19,3
11	6,18	3,93	3,77	4,49	18,37
12	6,17	5,27	3,61	3,28	18,33
13	6,81	4,68	2,86	2,27	16,62
14	6,10	4,99	2,98	3,92	17,99
15	8,73	4,52	2,7	4,33	20,28
16	7,11	4,55	3,52	4,3	19,48
17	5,68	4,91	4,02	3,58	18,19
18	7,27	4,68	2,57	4,1	18,62
19	7,25	6,25	3,95	3,64	21,09
20	6,31	3,18	2,11	4,17	15,77
21	6,12	3,2	2,2	4,1	15,62
22	7,06	3,57	2,56	4,03	17,22
23	5,60	3,42	3,24	3,53	15,79
24	5,38	3,26	3,1	2,56	14,3
25	5,19	4,21	3,16	3,17	15,73
26	5,42	5,16	3,38	3,28	17,24
27	8,11	4,6	4,01	4,29	21,01
28	7,01	4,13	2,6	4,13	17,87
29	6,52	5,07	3,34	4,48	19,41
30	6,10	3,22	3,12	4,04	16,48

Lampiran A2

Waktu Parameter *Swing* isi *Excavator* Caterpillar 345

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah data (n)} &= 30 \\
 \text{Min} &= 3,18 \text{ Detik} \\
 \text{Max} &= 6,77 \text{ Detik} \\
 &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 5,87 \\
 \text{Jumlah Kelas} &= 6 \\
 &= \frac{6,77 - 3,18}{6} \\
 \text{Interval Kelas} &= 0,59
 \end{aligned}$$

Tabel Frekuensi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
3,18 – 3,77	4	13,33	3,47	13,90
3,78 – 4,37	8	26,67	4,07	32,60
4,38 – 4,97	8	26,67	4,67	37,40
4,98 – 5,57	5	16,67	5,27	26,38
5,58 – 6,17	4	13,33	5,87	23,50
6,18 – 6,77	1	3,33	6,47	6,48
Total	30	100	29,82	140,26

Nilai rata-rata waktu *Swing* Isi alat gali muat adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{fi \times xi}{30} \\
 &= \frac{140,26}{30} = 4,67 \text{ Detik}
 \end{aligned}$$

Lampiran A3

Waktu Parameter *Dumping* *Excavator* Caterpillar 345

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Data (n)} &= 30 \\
 \text{Min} &= 2,11 \text{ Detik} \\
 \text{Max} &= 4,36 \text{ Detik} \\
 &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 5,87 \\
 \text{Jumlah Kelas} &= 6
 \end{aligned}$$

$$= \frac{4,36 - 2,11}{6}$$

Interval Kelas = 0,37

Tabel Frekuensi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
2,11 – 2,49	1	3,33	2,29	2,30
2,49 – 2,86	3	10,00	2,67	8,03
2,87 – 3,24	5	16,67	3,05	15,28
3,25 – 3,62	8	26,67	3,43	27,48
3,63 – 4,00	6	20,00	3,81	22,89
4,01 – 4,38	7	23,33	4,19	29,37
Total	30	100	15,63	105,35

Nilai rata-rata waktu *Dumping* alat gali muat adalah:

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

$$= \frac{105,35}{30} = 3,51 \text{ detik}$$

Lampiran A4

Waktu Parameter *Swing* kosong *Excavator Caterpillar 345*

Jumlah data (n) = 30

Min = 2,27 Detik

Max = 4,56 Detik

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

$$= 5,87$$

Jumlah Kelas = 6

$$= \frac{4,56 - 2,27}{6}$$

Interval Kelas = 1,15

Tabel frekuensi

Kelas	<i>Frequency</i> (fi)	<i>Persentase</i>	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
2,27 – 2,65	2	6,67	2,46	4,92
2,65 – 3,04	3	10,00	2,85	8,55
3,05 – 3,43	6	20,00	3,24	19,44
3,44 – 3,82	6	20,00	3,36	21,78
3,83 – 4,21	7	23,33	4,02	28,14
4,22 – 4,56	6	20,00	4,41	26,46
Total	30	100	20,34	109,29

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{fi \times xi}{30} \\
 &= \frac{109,29}{30} = 3,60 \text{ Detik}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu edar alat gali muat dalam melakukan satu siklus kerja dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 6,68 + 4,67 + 3,51 + 3,60 \\
 &= 18,46 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Lampiran B *Cycle Time* Alat Angkut *DT* Axors

Tabel B1. *Cycle Time* Alat Angkut

No	<i>Manuver</i> loading (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Hauling</i> isi (detik)	<i>Manuver</i> dumping (detik)	<i>Dumping</i> (detik)	<i>Hauling</i> kosong (detik)	<i>Cycle</i> <i>time</i>
1	26,42	132,00	555,00	36,92	39,00	590,00	1379,34
2	30,03	119,00	566,00	38,41	40,00	602,00	1395,44
3	29,32	91,00	571,00	29	46,00	631,00	1397,32
4	36,81	152,00	574,00	54,46	26,00	590,00	1433,27
5	30,31	183,00	550,00	37,41	32,00	553,00	1385,72
6	32,36	127,00	576,00	43,56	45,00	560,00	1383,92
7	30,09	99,00	547,00	54,25	46,00	570,00	1346,34
8	28,59	133,00	539,00	31,18	41,00	554,00	1326,77
9	29,65	149,00	555,00	49,31	39,00	589,00	1410,96
10	29,36	149,00	562,00	30,38	43,00	626,00	1439,74
11	30,21	168,00	617,00	40,14	40,00	630,00	1525,35
12	29,01	137,00	548,00	38,14	39,00	546,00	1337,15
13	35,94	117,00	539,00	28,51	43,00	590,00	1353,45
14	31,15	133,00	572,00	54,21	32,00	536,00	1358,36
15	31,16	172,00	531,00	32,02	51,00	660,00	1477,18
16	28,72	116,00	589,00	51,92	45,00	605,00	1435,64
17	32,4	132,00	537,00	49,4	49,00	530,00	1329,8
18	30,12	142,00	560,00	48,04	52,00	564,00	1396,16
19	32,35	120,00	571,00	51,02	42,00	561,00	1377,37
20	29,56	166,00	529,00	36,14	36,00	571,00	1367,7
21	32,15	126,00	576,00	46,13	43,00	559,00	1382,28
22	34,05	133,00	662,00	26,53	48,00	563,00	1466,58
23	28,51	182,00	602,00	32,92	51,00	560,00	1456,43
24	30,26	176,00	554,00	36,43	56,00	568,00	1420,69
25	29,28	120,00	558,00	44,21	53,00	561,00	1365,49
26	28,46	156,00	566,00	28,59	45,00	614,00	1438,05
27	28,49	188,00	572,00	41,31	49,00	614,00	1492,8
28	32,25	181,00	554,00	46,36	56,00	631,00	1500,61
29	27,65	131,00	609,00	51,33	47,00	571,00	1436,98
30	32,06	144,00	564,00	45,09	38,00	560,00	1383,15

Sumber: Penulis, (2025).

Lampiran B1

Waktu Parameter *Loading* DT AXORS

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah data (n)} &= 30 \\
 \text{Min} &= 91,00 \text{ detik} \\
 \text{Max} &= 188,00 \text{ detik} \\
 &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 5,87 \\
 \text{Jumlah Kelas} &= 6 \\
 &= \frac{188,00 - 91,00}{6} \\
 \text{Interval Kelas} &= 16,16
 \end{aligned}$$

Tabel Frekuensi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
91,0 – 107,16	2	6,90	99,08	198,16
107,16 – 123,32	7	24,14	115,24	806,68
123,32 – 139,48	9	31,03	131,40	1182,60
139,48 – 155,64	10	34,48	147,56	1475,60
155,64 – 171,80	1	3,45	163,73	163,72
171,80 – 187,00	0	0	179,88	0
Total	30	100	836,89	3826,76

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{fi \times xi}{30} \\
 &= \frac{3826,76}{30} = 127,55 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Lampiran B2

Waktu Parameter *Hauling* isi DT AXORS

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah data (n)} &= 30 \\
 \text{Min} &= 529,00 \text{ detik} \\
 \text{Max} &= 662,00 \text{ detik} \\
 &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 5,87 \\
 \text{Jumlah Kelas} &= 6
 \end{aligned}$$

$$= \frac{662,00 - 529,00}{6}$$

Interval Kelas = 22,16

Tabel Frekuensi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
529,00 - 551,16	5	17,24	540,08	2700,40
551,16 – 573,32	10	34,48	562,24	5622,40
573,32 – 595,48	14	48,28	584,40	8181,60
595,48 – 617,64	0	0,00	606,56	0,00
617,64 – 639,80	0	0,00	628,72	0,00
639,80 – 661,96	0	0,00	650,88	0,00
Total	30	100	3572,88	1650,44

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

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

$$= \frac{1650,44}{30} = 550,14 \text{ detik}$$

Lampiran B3

Waktu Parameter *Manuver Dumping DT AXORS*

Jumlah data (n) = 30

Min = 26,53 detik

Max = 54,46 detik

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

$$= 5,87$$

Jumlah Kelas = 6

$$= \frac{54,46 - 26,53}{6}$$

Interval Kelas = 4,65

Tabel Frekuensi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
26,53 – 31,18	12	40,00	28,85	346,26
31,18 – 35,83	3	10,00	22,50	100,52
35,83 – 40,48	8	26,67	38,15	305,24
40,48 – 45,13	4	13,33	42,80	171,22
45,13 – 49,78	1	3,33	47,45	47,46
49,78 – 54,43	2	6,67	52,10	104,21
Total	30	100,00	231,85	1074,91

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

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

$$= \frac{1074,91}{30} = 35,83 \text{ detik}$$

Lampiran B4

Waktu Parameter *Dumping DT* AXORS

Jumlah data (n) = 30

Min = 26,00 detik

Max = 56,00 detik

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

$$= 5,87$$

Jumlah Kelas = 6

$$= \frac{56,00 - 26,00}{6}$$

Interval Kelas = 5

Tabel Frekuensi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
26,00 – 31,00	0	0	28,50	0,00
31,00 – 36,00	1	4,35	33,50	33,50
36,00 – 41,00	3	13,04	38,80	115,50
41,00 – 46,00	2	8,70	43,50	87,00
46,00 – 51,00	3	13,04	48,50	145,00
51,00 – 56,00	14	60,87	53,50	749,00
Total	30	100,00	246,3	1130,00

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

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

$$= \frac{1130,00}{30} = 37,66 \text{ detik}$$

Lampiran B5

Waktu Parameter *Hauling* Kosong DT AXORS

Jumlah data (n) = 30

Min = 530,00 detik

Max = 660,00 detik

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

$$= 5,87$$

Jumlah Kelas = 6

$$= \frac{660,00 - 530,00}{6}$$

Interval Kelas = 21,66

Tabel Frekuensi

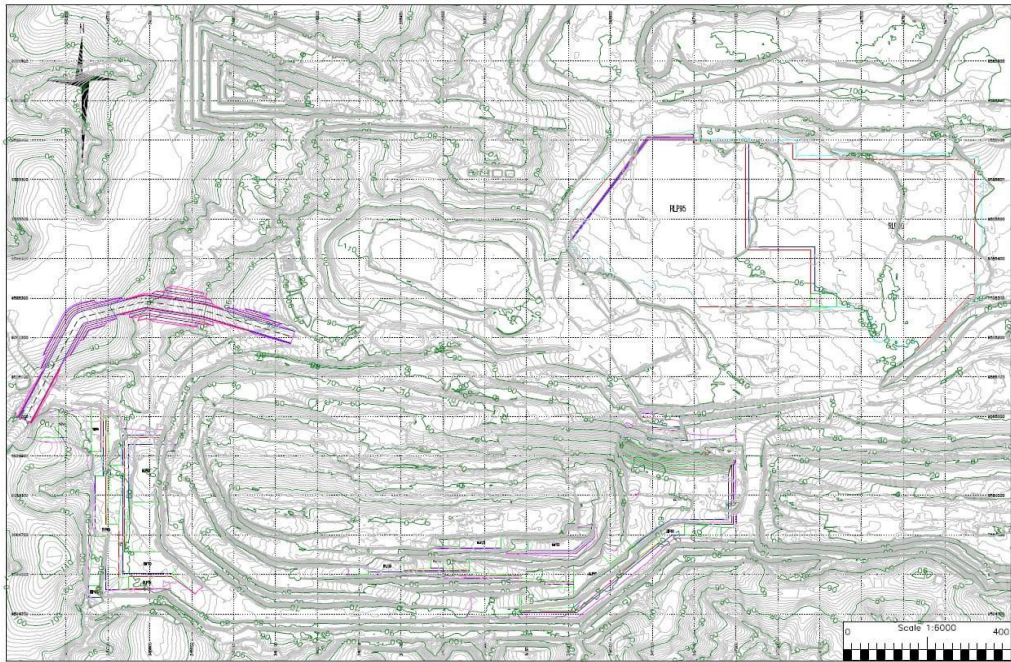
Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah (xi)	fi * xi
530,00 – 728,33	0	0,00	629,16	0,00
728,33 – 926,66	0	0,00	827,49	0,00
926,66 – 1124,99	0	0,00	1025,82	0,00
1124,99-1323,32	6	20,00	1224,15	7344,93
1323,32-1521,65	24	80,00	1422,48	3413,96
1521,65-1719,98	0	0,00	1620,81	0,00
Total	30	100,00	6749,91	10758,89

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

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

$$= \frac{10758,89}{30} = 358,62 \text{ detik}$$

Lampiran C Peta Topografi



Sumber: PT Dizamatra Powerindo

Gambar C. Peta Topografi PT Dizamatra Powerindo

Lampiran D Data Parameter Curah Hujan

[illegible]

Sumber: PT Dizamatra Powerindo

Gambar D. Data Parameter Curah Hujan

Lampiran E Spesifikasi Alat Gali Muat *Excavator* Caterpillar 345

Tabel E1. Spesifikasi *Excavator* Caterpillar 345

Spesifikasi <i>Excavator</i> 345	
Spesifikasi Alat	Keterangan
Model mesin	Cat*C13 ACERT
Kecepatan swing	9,1 rpm
Kapasitas fuel tank	660 liter
Bobot kerja	48,5 ton
Lebar Track	600-750 mm
Kapasitas bucket	2.5 ton
Tipe bucket	HD
Panjang track	±5,2 m



Sumber: Dok. Penulis (2025)

Gambar E. *Excavator* Caterpillar 345

Lampiran F Spesifikasi Alat Angkut *Dump Truck* Axors

Tabel F1. Spesifikasi *Dump Truck* Axors

Spesifikasi <i>Dump Truck</i> Axors	
Spesifikasi Alat	Keterangan
Tipe engine	OM 906 LA, 6 cyclinder
Ukuran roda	7,50 x 20
Kapasitas fuel tank	255 liter
Height	2.955 mm
Lebar	2.490 mm
Kemampuan menanjak	76%
Kapasitas beban	20.000 kg
Panjang	7.460 mm



Sumber: Dok. Penulis (2025)

Gambar F. *Dump Truck* Axors