

TUGAS AKHIR

**EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* PC-500
KOMATSU DAN *DUMP TRUCK* MERCY AROCS PADA
PENGGAJIAN BATUBARA DI *PIT* TAL UTARA BARAT
PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM**



**RIZKI RAMADHAN
2022310008**

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

TUGAS AKHIR

EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* PC-500 KOMATSU DAN *DUMP TRUCK* MERCY AROCS PADA PENGGAJIAN BATUBARA DI *PIT* TAL UTARA BARAT PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM

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



RIZKI RAMADHAN

2022310008

Dosen Pembimbing:

Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.

Rodiyah Nursani, S.Si., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI PRODUKTIVITAS EXCAVATOR PC-500
KOMATSU DAN DUMP TRUCK MERCY AROCS PADA
PENGGAJIAN BATUBARA DI PIT TAL UTARA BARAT
PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM**

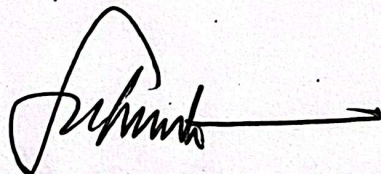
TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**Rizki Ramadhan
2022310008**

Pembimbing I.



**Suhardiman Gamanti, S.T., M.T.
NIDN. 0221627003**

**Prabumulih Agustus 2025
Pembimbing II**



**Rodiyah Nursani, S.Si., M.T.
NIDN. 0201037802**



**Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan**



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

HALAMAN PERSETUJUAN

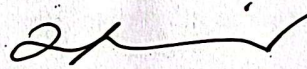
Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi Produktivitas Excavator PC-500 Komatsu dan Dump Truck Mancy Ancox Pada Penggalian Batubara di Pit TAL Utara Barat PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Esih" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari Rabu, 06 Agustus 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir.

Prabumulih, 06 Agustus 2025

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

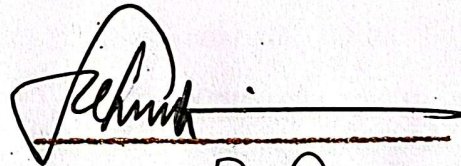
Ketua :

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

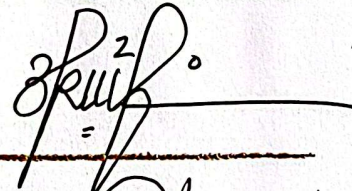


Anggota :

1. Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.
NIDN. 0221027003



2. Reni Arisanti, S.T., M.T.
NIDN. 0207017701



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



Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizki Ramadhan

Nim : 2022310008

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Evaluasi Produktivitas *Excavator* PC-500 Komatsu Dan
Dump Truck Mercy Arocs Pada Penggalian Batubara
di *Pit* TAL Utara Barat Pt Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim.

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 paksa paksaan dari siapapun.

Prabumulih, 06 Agustus 2025

Yang Bersangkutan,



Rizki Ramadhan

2022310008

ABSTRAK

EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* PC-500 KOMATSU DAN *DUMP TRUCK* MERCY AROCS PADA PENGGALIAN BATUBARA DI *PIT* TAL UTARA BARAT PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM

Rizki Ramadhan, 2022310008, 2022

Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih

Xiii + 50 Halaman, 4 Tabel, 9 Gambar, 6 Lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas *Excavator* PC-500 Komatsu dan *Dump Truck* Mercy Arocs pada kegiatan penggalian batubara di *Pit* TAL Utara Barat PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim. Evaluasi dilakukan dengan menghitung *cycle time*, efisiensi kerja, serta produktivitas aktual masing-masing alat. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan analisis data primer dan sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas *excavator* PC-500 Komatsu sebesar 207,79 ton/jam, sedangkan produktivitas *dump truck* Mercy Arocs sebesar 20,39 ton/jam. Nilai keserasian kerja alat (*match factor*) sebesar 0,69 mengindikasikan adanya ketidakseimbangan dalam sinkronisasi kerja antara alat gali muat dan alat angkut. Untuk mencapai keserasian kerja yang optimal (*match factor* mendekati 1, diperlukan penambahan tiga unit *dump truck*. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas antara lain kondisi *front loading*, kondisi jalan angkut, dan cuaca.

Kata Kunci : Produktivitas, *Excavator* PC-500 Komatsu, *Dump Truck* Mercy Arocs, *Match Factor*, Penambangan Batubara, PT Bukit Asam Tbk

Kepustakaan : 10 (2016 – 2023)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Produktivitas *Excavator* PC-500 Komatsu dan *Dump Truck* Mercy Arocs Pada Penggalian Batubara di *Pit* TAL Utara Barat PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim”.

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 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. Bapak Suhardiman Gumanti, S.T., M.T. sebagai Pembimbing I.
5. Ibu Rodiyah Nursani, S.Si., M.T. sebagai Pembimbing II.
6. Bapak Justino Leovigildo Medonca selaku Asisten Vice President (AVP) satuan kerja Penambangan Air Laya PT. Bukit Asam Tbk.
7. Bapak Erwan Ronaldi selaku Asisten Manager satuan kerja Penambangan Air Laya PT. Bukit Asam Tbk.
8. Seluruh Bapak Supervisor, Pengawas Lapangan, Staff, dan Karyawan PT. Bukit Asam Tbk yang telah membantu serta menyumbangkan pengetahuannya dalam menyelesaikan laporan ini.
9. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Serta semua pihak terkait yang terlibat dalam menyelesaikan penyusunan laporan ini, yang namanya tidak bisa 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 proposal tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 06 Agustus 2025

Rizki Ramadhan
2022310008

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batas Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian	3
BAB II TINJAUAN UMUM	5
2.1 Sejarah Perusahaan	5
2.2 Struktur Organisasi	6
2.3 Lokasi Kesampaian Daerah	7
2.4 Keadaan Geologi	8
2.4.1 Keadaan Geologi Regional	8
2.4.2 Fisiografi	8
2.4.3 Struktur Geologi	9
2.4.4 Stratigrafi Muara Enim	10
2.5 Keadaan Geologi Daerah Penelitian	11
2.5.1 Kondisi WIUP PT Bukit Asam	12
2.5.2 Stratigrafi	12
2.5.3 Geomorfologi	13
2.6 Identifikasi Karakteristik Lapisan Batubara Secara Megaskopis Pada Daerah Penelitian	14

	Halaman
2.6.1 Deskripsi Batubara	14
2.6.2 Kualitas Batubara (Analisis Proximat dan Analisis Ultimat).....	14
2.7 Target Produksi	16
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	17
3.1 Penambangan Batubara	17
3.1.1 Penggalan	17
3.1.2 Pemuatan	18
3.1.3 Pengangkutan	18
3.2 Alat Mekanis yang Digunakan	19
3.2.1 Alat Gali Muat <i>Exvator</i> PC-500 Komatsu	19
3.2.2 Alat Angkut <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	20
3.3 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat <i>Excavator</i> PC-500 Komatsu dan Alat Angkut <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	20
3.3.1 Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	20
3.3.2 Efisiensi Kerja	21
3.3.3 Faktor Pengembangan Material (<i>Swell Factor</i>)	22
3.4 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	22
3.5 Faktor keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut	23
3.6 Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Menghitung Produktivitas <i>Excavator</i> PC-500 Komatsu dan <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	25
4.1.1 Perhitungan <i>Cycle Time</i> <i>Excavator</i> PC-500 Komatsu	25
4.1.2 Perhitungan <i>Cycle Time</i> <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	25
4.1.3 Efisiensi Kerja	26
4.1.4 Faktor Pengembangan Material (<i>Swell Factor</i>)	27
4.1.5 <i>Bucket Fill Factor</i>	28
4.1.6 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat <i>Excavator</i> PC-500 Komatsu	29

Halaman

4.1.7 Perhitungan Produktivitas Alat Angkut <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	29
4.2 Mengevaluasi Keserasian Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut ..	30
4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas	31
4.3.1 Kondisi <i>Front Loading</i>	31
4.3.2 Kondisi Jalan Angkut	32
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	4
Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Bukit Asam Tbk	6
Gambar 2.2 Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT Bukit Asam Tbk.....	7
Gambar 2.3 Peta Cekungan Sumatera Selatan	9
Gambar 2.4 Stratigrafi Lapisan Batubara PT Bukit Asam Tbk	11
Gambar 3.1 Alat Gali Muat <i>Excavator</i> PC-500 Komatsu	19
Gambar 3.2 <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	20
Gambar 4.1 Kondisi <i>Front</i> Penambangan	31
Gambar 4.2 Kondisi Jalan Angkut	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Target Produksi Batubara	16
Tabel 4.1 Waktu Kerja Tersedia	26
Tabel 4.2 Hambatan Jam Kerja Perusahaan	27
Tabel 4.3 <i>Swell Factor</i> Beberapa Material	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat <i>Excavator</i> PC-500 Komatsu	35
Lampiran B <i>Cycle Time</i> Alat Angkut <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	40
Lampiran C Target Produksi Pada Bulan April 2025 Di Pit Tal	47
Lampiran D Spesifikasi Alat Gali Muat <i>Excavator</i> Pc-500 Komatsu	48
Lampiran E Spesifikasi Alat Angkut <i>Dump Truck</i> Mercy Arocs	49
Lampiran F Data Curah Hujan	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batubara merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki peran penting dalam penyediaan energi, terutama sebagai bahan bakar utama untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Selain itu, batubara juga digunakan dalam industri semen dan metalurgi sebagai bahan reduktor. Di Indonesia, batubara menjadi komoditas unggulan yang menunjang perekonomian nasional, terutama dalam ekspor dan penyediaan energi domestik (Widodo et al., 2021).

Penambangan batubara umumnya dilakukan dengan metode tambang terbuka karena endapan batubara berada relatif dekat dengan permukaan. Metode ini melibatkan berbagai alat berat seperti *excavator* dan *dump truck* untuk proses pemuatan dan pengangkutan material. Kombinasi alat gali muat dan alat angkut memiliki peran krusial dalam menentukan keberhasilan produksi tambang. Oleh karena itu, efektivitas dan efisiensi kerja dari peralatan tersebut menjadi faktor utama dalam pencapaian target produksi (Sukirman et al., 2020).

Pada kegiatan penambangan batu bara di PT Bukit Asam Tbk, sering kali ditemukan berbagai kendala di area Tambang Air Laya Utara Barat, yang menyebabkan peralatan tidak bekerja secara optimal. Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas antara lain adalah kondisi lapangan yang berair, kondisi jalan angkut dari *front* penambangan ke *stockpile* RL-56 yang sering berdebu, dan kondisi cuaca. Selain itu, ketidakseimbangan antara kapasitas alat gali muat *excavator* PC-500 Komatsu dan alat angkut *dump truck* Mercy Arocs (*match factor*) juga dapat menyebabkan waktu tunggu yang tinggi, sehingga menurunkan efisiensi kerja secara keseluruhan.

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis perlu untuk melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Produktivitas *Excavator* PC-500 Komatsu dan *Dump Truck* Mercy Arocs Pada Penggalan Batubara di *Pit* TAL Utara Barat PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim” untuk memberikan rekomendasi guna mendukung pencapaian target produksi perusahaan.

1.2 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini hanya membahas tentang Evaluasi Produktivitas *Excavator* PC-500 Komatsu dan *Dump Truck* Mercy Arocs pada penggalian batubara di *Pit* TAL Utara Barat PT Bukit Asam Tbk.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghitung produktivitas *excavator* PC-500 Komatsu dan *dump truck* Mercy Arocs di *pit* TAL Utara Barat PT Bukit Asam Tbk.
2. Menghitung keserasian kerja *excavator* PC-500 Komatsu dan *dump truck* Mercy Arocs di *pit* TAL Utara Barat PT Bukit Asam Tbk.
3. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *excavator* PC-500 Komatsu dan alat angkut Mercy Arocs yang digunakan.

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 di bidang analisis penggunaan alat gali muat dan alat angkut pada penambangan batu bara.

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.

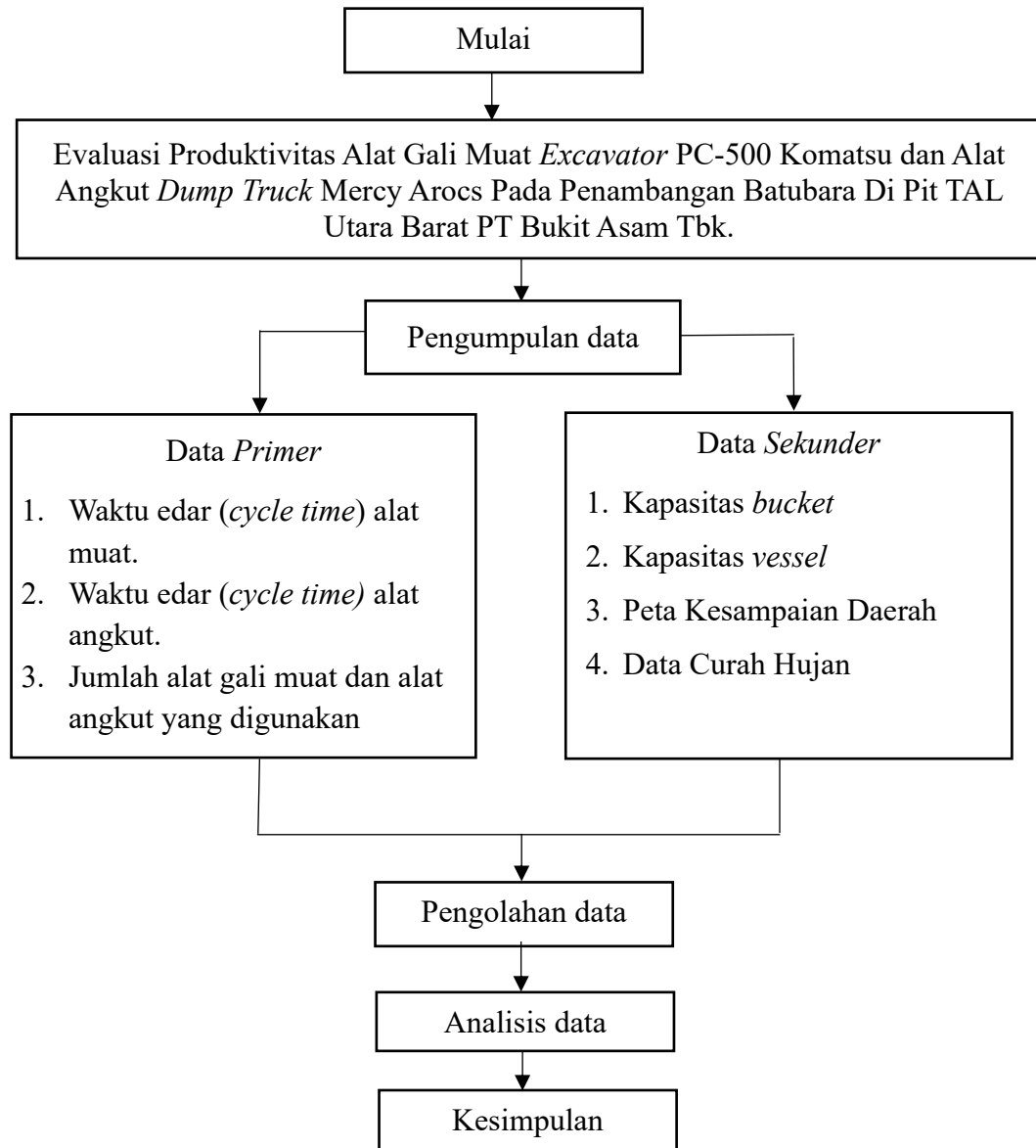
1.5 Tahapan Penelitian

Metode yang penulis gunakan untuk mengelola data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian laporan tugas akhir ini:

1. Observasi Lapangan Pengamatan lapangan dilakukan untuk mendapatkan data secara langsung. Sehingga dapat dengan jelas menggambarkan data. Data yang diamati pada saat lapangan seperti keadaan daerah, kondisi kerja, kegiatan kerja serta data yang akan dilakukan pengolahan.
2. 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. Yaitu data yang diambil pada saat penelitian dapat dikelompokkan menjadi data, *primer* dan data *sekunder*.

Data yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini yaitu:

- a. Data primer
 - 1) Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat
 - 2) Waktu edar (*cycle time*) alat angkut
 - 3) Jumlah alat gali muat dan alat angkut yang digunakan
- b. Data sekunder
 - 1) Kapasitas *bucket*
 - 2) Kapasitas *vessel*
 - 3) Peta kesampaian daerah
 - 4) Data Curah Hujan
3. Pengolahan data dapat dilakukan dengan mereview secara mendalam setiap data yang didapat. Untuk memperjelas tahapan pengolahan data buat diagram alir pengolahan data, dapat dilihat pada (Gambar 1.1).



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Sejarah Perusahaan

Pada tahun 1919, Penambangan Batubara Dimulai Penambangan batubara dimulai oleh Pemerintah Kolonial Belanda di Tambang Air Laya, Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, dengan sistem penambangan terbuka (*open-pit mining*). Lalu tahun 1942 Pengambil alihan seluruh tambang di Tanjung Enim diambil alih oleh Pemerintah Jepang. Tahun 1950 Nasionalisasi dan Perubahan Status Pemerintah Indonesia berusaha mengambil alih kembali seluruh aset dan wilayah operasional perusahaan. Karyawan di Penambangan Batubara Air Laya menuntut perubahan status menjadi pertambangan nasional. Pemerintah Republik Indonesia akhirnya mengesahkan penambangan batubara Air Laya sebagai Perusahaan Negara Tambang Arang Bukit Asam (PN TABA).

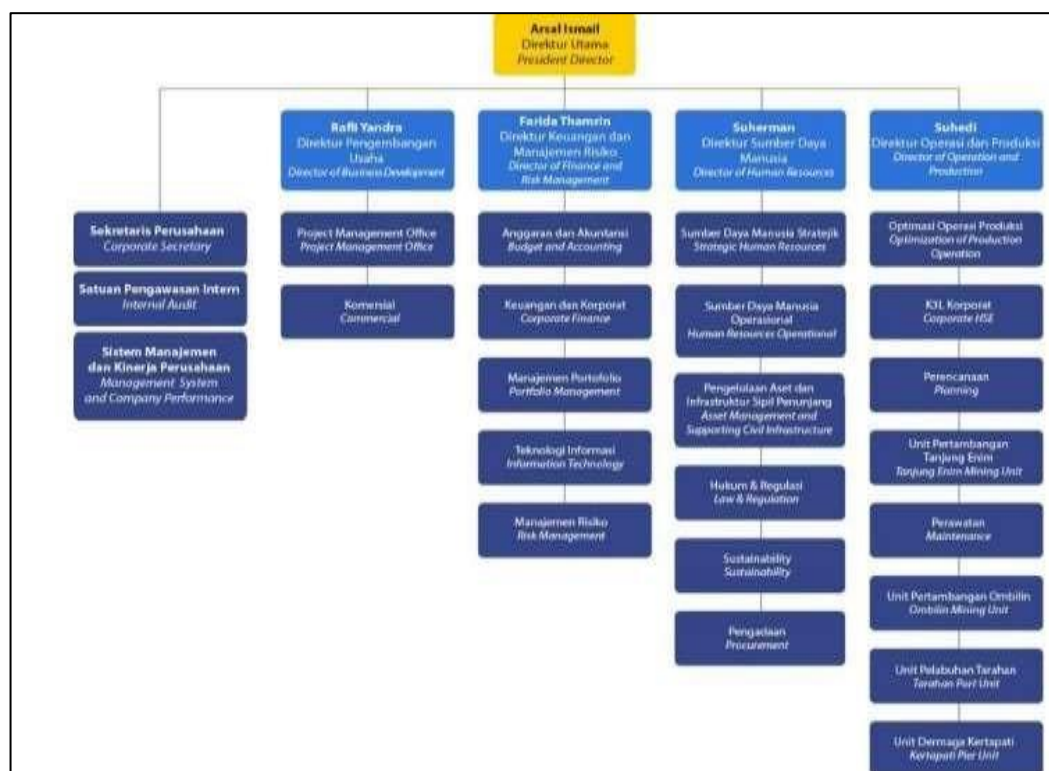
Tahun 1981 Pendirian PT Bukit Asam (Persero) Pendirian Perusahaan Perseroan (Persero) Tambang Batubara Bukit Asam, yang disingkat PTB. Tahun 1990 Penyertaan modal negara dalam rangka meningkatkan pengembangan industri batubara di Indonesia, Pemerintah Indonesia membubarkan Perum Tambang batubara dan melakukan penambahan penyertaan modal negara ke dalam modal saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Tambang Batubara Bukit Asam dengan demikian, Bukit Asam menjadi perusahaan batubara satu-satunya yang dimiliki negara. Tahun 2002 IPO dan Perubahan Nama Perusahaan melakukan penawaran saham perdana (*Initial Public Offering*). Sejak 23 Desember 2002, saham Perusahaan telah tercatat di Bursa Efek Indonesia dengan ticker saham "PTBA". Nama Perusahaan kemudian berubah menjadi PT Tambang Batubara Bukit Asam (Persero), Tbk.

Tahun 2017 PT Bukit Asam Tbk Bergabung dalam *Holding* BUMN Pertambangan Perusahaan memasuki babak baru dengan resmi bergabung dalam Holding BUMN Pertambangan yang dipimpin oleh PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero) sebagai induk *holding*. Bergabungnya Perusahaan ke dalam

holding tersebut memberikan efek domino dalam kebijakan Perusahaan, di antaranya dengan perubahan nama dan status PT Tambang Batubara Bukit Asam (Persero), Tbk. menjadi PT Bukit Asam, Tbk. Tahun 2023 Pembentukan BUMN Induk Industri Pertambangan BUMN Induk Industri Pertambangan resmi didirikan dengan nama PT Mineral Industri Indonesia (Persero), yang menjadi induk dari PT ANTAM Tbk; PT Bukit Asam, Tbk. PT Timah, Tbk.; dan PT Indonesia Asahan Aluminium, serta memiliki saham langsung pada PT Freeport Indonesia, PT Vale Indonesia Tbk, dan MIND ID Trading, Pte., Ltd.

2.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi dalam perusahaan ibarat fungsi kerja anggota tubuh manusia yang menjadi satu kesatuan dengan menjalankan tugas dan peranan masing-masing. Berikut merupakan struktur organisasi perusahaan PT Bukit Asam, Tbk. dan struktur organisasi satuan kerja penambangan air laya PT Bukit Asam, Tbk. Gambar stuktur organisasi di Perusahaan PT Bukit Asam secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.2.



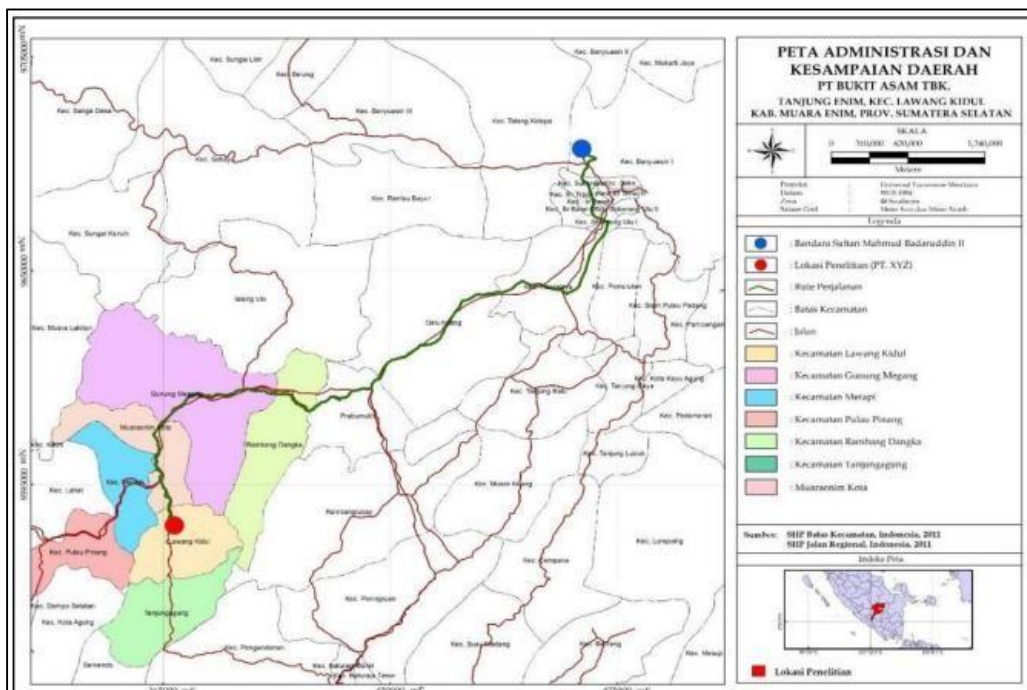
Sumber: Satker Penambangan Air Laya PT Bukit Asam Tbk.

Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Bukit Asam Tbk

2.3. Lokasi Kesampaian Daerah

Wilayah PT Bukit Asam Tbk. terletak pada posisi $103^{\circ}50'54.978''$ BT dan $3^{\circ}45'1.510''$ LS *Universal Transverse Mercator* (UTM). Secara administrasi lokasi PT Bukit Asam Tbk. di Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 97 kilometer dari kota Prabumulih. Untuk bisa sampai ke lokasi penelitian jika dimulai dari kota Prabumulih ditempuh dengan transportasi darat menuju ke kota Muara Enim membutuhkan waktu tempuh selama ± 2 jam. Selanjutnya dari Muara Enim untuk sampai ke Tanjung Enim dibutuhkan waktu tempuh ± 25 menit.

Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) PT Bukit Asam Tbk. terletak di daerah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan pada posisi $3^{\circ}42'30''$ LS - $4^{\circ}47'30''$ LS dan $103^{\circ}45'00''$ BT - $103^{\circ}50'00''$ BT atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.2.00 dan lintang 360.600 – 367.000 dalam sistem koordinat Internasional.



Sumber: Satuan Kerja Perencanaan Operasi, 2025.

Gambar 2.2 Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT Bukit Asam Tbk.

2.4 Keadaan Geologi

Keadaan geologi ini mencakup keadaan geologi regional, fisiografi, struktur geologi, keadaan geologi dan juga stratigrafi.

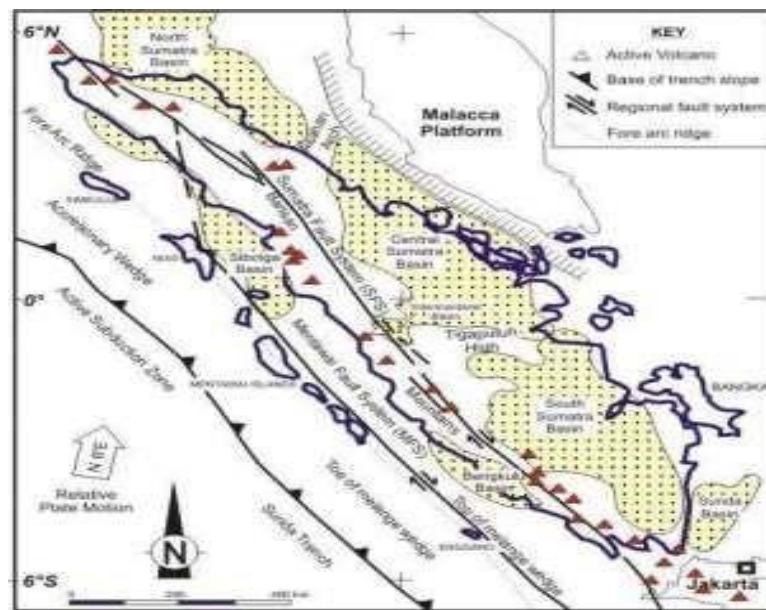
2.4.1 Keadaan Geologi Regional

Cekungan Sumatera Selatan merupakan salah satu cekungan yang terbentuk akibat aktivitas pergerakan tektonik antara lempeng India-Australia terhadap Eurasia. Cekungan Sumatera Selatan mulai terbentuk selama ekstensi antar kedua lempeng tersebut yang berarah Timur-Barat pada akhir Pra Tersier-awal Tersier. Cekungan ini secara geologi merupakan cekungan dengan tipe *foreland basin* atau *back arc basin*.

Subduksi antara Lempeng India-Australia dengan Eurasia pada pembentukan Sumatera memiliki pola yang khas, yaitu perubahan penunjaman dengan gerak rotasi searah jarum jam. Akibat perubahan ini, terbentuk fase waktu pergerakan berdasarkan arah dari penunjaman. Subduksi antara lempeng tersebut membentuk pola struktur sesar yang mendatar seiring rotasi berarah *oblique*. Sehingga pengaruh sistem sesar Sumatera mengakibatkan terjadinya kompleksitas *regime stress* dan pola *strain* pada Sumatera.

2.4.2 Fisiografi

Secara fisiografis Cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan Tersier berarah Barat laut-Tenggara, yang dibatasi Sesar Sumatra dan Bukit Barisan di sebelah Barat daya, Paparan Sunda di sebelah Timur laut, Tinggian Lampung di sebelah Tenggara yang memisahkan cekungan tersebut dengan Cekungan Sunda, serta Pegunungan Dua Belas dan Pegunungan Tiga Puluh di sebelah Barat laut yang memisahkan Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sumatra tengah. Berikut ini merupakan peta yang menunjukkan cekungan sumatera selatan. Dapat di lihat pada Gambar 2.3.



Sumber: Harjono, 2022

Gambar 2.3 Peta Cekungan Sumatra Selatan

2.4.3 Struktur Geologi

Sistem subduksi Pulau Sumatera terdiri dari tiga periode pergerakan subduksi yang berbeda, masing-masing menimbulkan tiga pola sesar utama. Pergerakan sesar barat laut-tenggara terjadi saat Jura Akhir-Kapur Akhir ketika subduksi mengalami fase kompresi kemudian pergerakan sesar utara-selatan terjadi saat Kapur Akhir-Tersier Awal ketika subduksi mengalami fase tegangan dan pergerakan sesar timur laut-barat daya terjadi saat Miosen Tengah-Resen ketika sub Zona patahan utama yang membentuk Pulau Sumatera (dikenal sebagai Sesar Semangko) terbentuk sebagai akibat dari pergerakan *oblique*.

Fase pergerakan lempeng saat itu menyebabkan beberapa sesar terbentuk, membentuk *horst*, *half graben*, dan beberapa blok patahan sebagai dasar untuk pembentukan cekungan tersier, termasuk cekungan muka dan belakang busur. Daerah penelitian termasuk dalam cekungan Sumatra Selatan, yang dikenal sebagai cekungan belakang busur. Memasuki Miosen Akhir, terjadi fase kompresi yang lebih intens, yang menyebabkan pembentukan struktur lipatan, terangkatnya batuan lama ke permukaan, dan munculnya jajaran gunung api di wilayah Bukit Barisan yang membentang dari Aceh hingga Teluk Lampung.

Akibatnya, pola struktur di Sumatera didominasi oleh struktur yang sejajar dengan Sesar Semangko, yang bergerak dari Baratlaut ke Tenggara. Akibat dinamika ini, cekungan tersebut memiliki tiga anticlinorium : Antiklinorium Palembang, Antiklinorium Pendopo-Limau, dan Antiklinorium Muara Enim. Sistem antiklin yang berada dekat dengan lokasi penelitian adalah Antiklinorium Muara Enim dengan ciri terdapatnya assymetrical-overtuned dengan arah umum Baratlaut-Tenggara serta memiliki sayap perlipatan relative curam pada bagian utara. Arah tegasan utama yang terjadi pada Antiklinorium Muara Enim berarah Timurlaut-Baratdaya dan mempunyai sumbu lipatan yang dilalui oleh dua kelurusan, yaitu Kelurusan Gumai dengan arah Barat-Timur dan Kelurusan Garba dengan arah Baratlaut-Tenggara.

2.4.4 Stratigrafi Muara Enim

Formasi Muara Enim dikenal sebagai formasi pembawa batubara di cekungan Sumatera Selatan. (Nasution dan Nalendra, 2017). Formasi Muara Enim tersusun atas litologi berupa batupasir, batulempung dan batubara. Di dalam Formasi Muara Enim terdapat paling tidak 11 lapisan batubara utama, dari bawah ke atas: lapisan batubara Kladi, Merapi, Petai (C), Suban (B), Mangus (A), Burung, Benuang, Kebon, Benakat/Jelawatan, Lematang, Niru. Pengendapan batubara di formasi ini dipengaruhi oleh susut laut pada peristiwa perubahan muka air laut yang terjadi pada Kala Miosen. Stratigrafi regional Muara Enim, Sumatera Selatan. Litologi batubara pada formasi ini dapat dibedakan menjadi 4 anggota, dari tertua ke muda adalah berikut :

1. Anggota M1 terdiri dari batupasir, batulanau dan batulempung berwarna coklat dan abu-abu dengan sedikit glaukonitan. Lapisan batubara pada anggota formasi ini yaitu seam batubara Keladi dan seam batubara Merapi.
2. Anggota M2 terdiri dari perulangan batulempung, batulempung pasir berwarna coklat abu-abu, batupasir halus-sedang, berwarna coklat abu-abu dibagian bawah berwarna hijau abu-abu, serta batubara. Lapisan batubara yang terdapat dalam anggota ini terdiri dari seam Petai, Suban, dan Mangus, dengan penyebaran tidak menerus.
3. Anggota M3 terdiri dari perselingan batupasir dan batulanau, berwarna biru hijau, batulempung abu-abu hijau dan coklat, horizon pasir 3-6 meter yang

signifikan (lipatan/patahan) di sekitar lokasi tersebut, sehingga batubara memiliki kemiringan yang besar, maka material batuan disekitar batubara tersebut (*overburden/interburden*) juga mengalami proses geologi yang sama. Struktur geologi daerah Tanjung Enim dan sekitarnya memiliki struktur geologi yang tersusun atas Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai. Formasi air bekanat merupakan formasi tertua dengan usia meiosen tengah-meiosen akhir. Formasi air benakat merupakan permulaan endapan regresi dan terdiri dari lapisan pasir pantai. Formasi ini terdiri dari serpih, batulanau, napal, batupasir yang sebagian bersifat gampingan, serpih berwarna kelabu terang-kehijauan, berlapis baik kadang-kadang bersifat gampingan. Formasi Muara Enim lebih merupakan endapan rawa sebagai fase regresi, dan terjadilah endapan batubara yang penting. Formasi ini terdiri dari batulempung, serpih, batupasir, dan lapisan batubara.

2.5.1 Kondisi WIUP PT Bukit Asam, Tbk.

Lokasi geografis Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT Bukit Asam, Tbk. unit Penambangan Tanjung Enim (PTBA-UPTE) terletak pada posisi 3°40'30" LS - 3°46'24.8" LS dan 103°44'18.4" BT - 103°48'3.9" BT. Area WIUP pada PT Bukit Asam Tbk mencapai sekitar 93.000 Hektare. PT Bukit Asam, Tbk. terdapat pembagian 3 area pit penambangan yaitu, Tambang Air Laya, Tambang MTB (Muara Tiga Besar), dan Tambang Bangko. kondisi Wilayah Izin Usaha Penambangan PT Bukit Asam, Tbk. dapat dilihat pada Gambar 2.6.

2.5.2 Stratigrafi

Formasi pembawa batubara (*coal bearing formation*) di daerah penambangan PT Bukit Asam adalah Formasi Muara Enim. Lapisan Batu bara di daerah penambangan dibagi menjadi 4 (empat) bagian yaitu M1, M2, M3, dan M4. Unit M1 adalah lapisan paling bawah dari Formasi Muara Enim dan mengandung dua lapisan, yaitu lapisan Keladi dan Merapi. Unit ini terdiri dari batupasir dan batulanau dengan ketebalan mencapai 150-250 meter. Unit M2 mengandung mayoritas dari sumberdaya batubara di Tanjung Enim. Lapisan-lapisan itu diberi nama berdasarkan urutan dari bawah yang potensial untuk ditambang. Stratigrafi unit M2 (dari tua sampai muda) yaitu:

1. Lapisan batubara C disebut juga Lapisan Petai. Dengan ketebalan 13 m, berwarna hitam mengkilat dan mengandung lapisan pengotor batu lempung dan batulanau dengan ketebalan 0,8-11 m.
2. Lapisan *Interburden* B2 dan C, dicirikan oleh batupasir dengan sisipan batulanau memiliki ketebalan 25 – 44 m.
3. Lapisan batubara B2 atau disebut Suban Bawah. Lapisan ini memiliki ketebalan 3 – 5,58 m dan terdapat sisipan mineral *pyrite*.
4. Lapisan *Interburden* B1 dan B2, merupakan batu lempung sisipan tipis batulanau dengan ketebalan 2 – 5 m.
5. Lapisan batubara B1 atau disebut Suban Atas dengan ketebalan 8 – 14,45 m. Berwarna hitam mengkilat disekitar intrusi dan berubah warna menjadi hitam kusam pada daerah yang jauh dari intrusi.
6. Lapisan *Interburden* batubara A2 dan B1, berupa batu lempung dan batulanau dengan sisipan tipis batupasir. Ketebalan 15 – 23 m. Disebut lapisan Suban *Marker*.
7. Lapisan batubara A2 atau disebut Mangus Bawah dengan ketebalan 9,8 – 14,75 m.
8. Lapisan silikaan terdapat dibagian atas dari lapisan batubara A2. Lapisan *Interburden* batubara A1 dan A2, berupa batupasir tufaan, batu lempung tufaan dan batu lempung karbonan yang memiliki ketebalan 0,5 – 4,0 m.
9. Lapisan batubara A1 atau Mangus Atas. Berupa lapisan batubara dengan sisipan batubara silikaan dan lapisan pengotor. Memiliki ketebalan 5 – 13,25 m.

2.5.3 Geomorfologi

Wilayah Muara Enim secara deskriptif memiliki dua satuan morfologi utama berdasarkan pembagian morfologi regional, yaitu Satuan Morfologi Perbukitan Bergelombang Rendah dan Satuan Morfologi Dataran Aluvial. Sebagian besar wilayah ini (sekitar 70%) didominasi oleh Satuan Morfologi Perbukitan Bergelombang Rendah, dengan ketinggian antara 50-150 meter di atas permukaan laut dan kemiringan lereng yang bervariasi, rata-rata berkisar 12%. Ciri khas wilayah ini adalah relief yang bergelombang dengan bukit-bukit kecil yang tersebar serta pola aliran sungai dendritik yang menunjukkan beragam cabang sungai kecil yang mengalir ke sungai utama. Vegetasi di daerah ini

didominasi oleh hutan tropis lebat dengan berbagai jenis pohon besar seperti Meranti dan Keruing. Satuan Morfologi Dataran Aluvial meliputi sekitar 30% wilayah Muara Enim, terutama disekitar aliran sungai besar seperti Sungai Enim. Dataran ini memiliki ketinggian antara 10-50 meter di atas permukaan laut dengan kemiringan yang begitu rendah dengan rata rata kurang dari 5%. Tanah di dataran alluvial ini bersifat subur, terdiri dari endapan lumpur dan pasir yang dibawa oleh aliran sungai. Pola aliran sungai di daerah ini lebih teratur dan sering membentuk meander, yang menunjukkan arus sungai yang lambat dan stabil.

2.6 Identifikasi karakteristik Lapisan Batubara Secara Megaskopis Pada

Daerah Penelitian

Identifikasi secara megaskopis adalah cara identifikasi menggunakan indra penglihatan tanpa alat bantu dengan melihat langsung objek yang diidentifikasi.

2.6.1 Deskripsi Batubara

Pada daerah Tambang Air Laya sebagai berikut, Batu bara pada pit penambangan Tambang Air Laya Utara PT Bukit Asam, Tbk. mempunyai beberapa macam kalori Batubara mulai dari 4.500-4.900 kkal/kg. dan kalori Batubara dengan range 4500-4900 kkal/kg masuk dalam rank Batubara Lignit.

2.6.2 Kualitas Batubara (Analisis *Proximat* dan Analisis *Ultimat*)

Pengklasifikasian batubara bertujuan untuk mengetahui memberikan nama serta membuat batasan-batasan kelas menurut *fixed carbon* yang dimiliki batubara tersebut. Klasifikasi batubara yang umum digunakan adalah klasifikasi menurut ASTM (*American Standard for Testing Materials*).

Klasifikasi ini didasarkan atas analisa proksimat batubara, yaitu berdasarkan derajat perubahan selama proses pembatubaraan mulai dari lignit sampai antrasit. Untuk itu, diperlukan data karbon tertambat (*fixed carbon*), zat terbang (*volatile matter*) dan nilai kalor.

Cara pengklasifikasian batubara dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Untuk batubara dengan kandungan (VM) kurang dari 31%, klasifikasi didasarkan pada *fixed carbon* (FC), yaitu :
 - a. *Meta anthracite coal* $FC > 98\%$,
 - b. *Anthracite coal* $98\% > FC > 92\%$,

- c. *Semi anthracite coal* $92\% > FC > 86\%$,
- d. *Low volatile bituminous coal* $86\% > FC > 78\%$, dan
- e. *Medium volatile bituminous coal* $78\% > FC > 69\%$.

Untuk batubara dengan kandungan (VM) lebih dari 31 %, klasifikasi didasarkan atas nilai kalornya (btu/lb), yaitu :

2. *Group anthracite coal* yang mempunyai nilai kalori lebih dari 14.000 btu/lb, antara lain:
 - a. *Metaanthracite*,
 - b. *Anthracite*, dan
 - c. *Semianthracite*.
3. *Group bituminous coal* yang mempunyai nilai kalori 13.000 btu/lb, antara lain:
 - a. *Low Volatile bituminous coal*,
 - b. *Medium Volatile bituminous coal*,
 - c. *High Volatile A bituminous coal*,
 - d. *High Volatile B bituminous coal*, dan
 - e. *High volatile C bituminous coal*.
4. *Group subbituminous coal* yang mempunyai nilai kalori antara
 - a. 8.300 – 13.000 btu/lb, antara lain :
 - b. *Sub Bituminous A coal*,
 - c. *Sub Bituminous B coal*, dan
 - d. *Sub Bituminous C coal*.
5. *Group lignit coal* nilai kalor kurang dari 8.300 btu/lb, yaitu:
 - a. *Lignit*, dan
 - b. *Brown coal*

2.7 Target Produksi

Target produksi yang ada di Tambang Air Laya (TAL) adalah target produksi batubara. Tabel target produksi di Pit Tambang Air Laya Utara dapat di lihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Target Produksi Batubara

DATA RENCANA OPERASI TAMBANG TAHUN 2025															
LOKASI	PELAKSANA	URAIAN	BULAN												Jumlah
			JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
TAL UTARA	SBS	BATUBARA	140,000	120,000	140,000	170,000	190,000	190,000	330,000	330,000	320,000	320,000	270,000	250,000	2,800,000
		SR	7,14	9,17	9,71	9,74	12,39	21,16	13,18	13,45	13,34	13,50	13,07	12,66	12,86
TOTAL		JARAK BATUBARA (KM)	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85
		BATUBARA	140,000	120,000	140,000	170,000	190,000	190,000	330,000	330,000	320,000	320,000	270,000	250,000	2,800,000
		SR	7,14	9,17	9,71	9,74	12,39	21,16	13,18	13,45	13,34	13,50	13,07	12,66	12,86
		JARAK BATUBARA (KM)	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85

Sumber: Satker Penambangan Air Laya PT Bukit Asam Tbk

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Penambangan Batubara

Batubara adalah bahan bakar fosil yang terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengalami proses penggambutan dan pemadatan selama jutaan tahun di bawah tekanan dan suhu tinggi. Secara umum, batubara terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur, serta kandungan mineral non-organik. Berdasarkan tingkat metamorfosis atau derajat pembatubaraannya, batubara diklasifikasikan menjadi *lignit*, *sub-bituminous*, *bituminous* (Ward, 2016).

Sebagai sumber energi, batubara banyak digunakan dalam industri pembangkit listrik, industri baja (sebagai reduktor), dan industri semen. Di Indonesia, batubara merupakan sumber energi dominan yang memiliki peran penting dalam pembangkitan listrik dan menjadi komoditas ekspor andalan (Wahyudi & Hidayat, 2020).

3.1.1 Penggalian

Dalam peraturan pemerintah yang dimaksud dengan penambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Pertambangan merupakan serangkaian tahapan kegiatan yang meliputi penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara. Kegiatan ini mencakup penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan, serta penjualan, termasuk kegiatan pascatambang. Meskipun pemerintah memiliki kewenangan dalam pengelolaan pertambangan, dalam praktiknya, pemerintah tidak sepenuhnya mampu untuk menjalankan usaha pertambangan atas sumber daya alam tersebut. Oleh karena itu, pemerintah memberikan kewenangan kepada pihak swasta untuk melakukan usaha pertambangan. Dengan berlakunya Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, diharapkan dapat memberikan solusi terhadap persoalan perizinan dan birokrasi yang sering kali berbelit dan tumpang tindih. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengelolaan usaha pertambangan mineral dan batubara pasca

berlakunya Undang-Undang tersebut, serta menganalisis dampak yang ditimbulkan oleh pengelolaan usaha pertambangan mineral dan batubara setelah penerapan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.

3.1.2 Pemuatan

Pemuatan adalah tahap dalam proses penambangan yang melibatkan pengangkutan material, seperti batubara atau *overburden*, dari lokasi penambangan menggunakan alat gali muat. Proses ini bertujuan untuk memindahkan material ke alat angkut untuk selanjutnya dibawa ke lokasi pengolahan atau penyimpanan. Efisiensi pemuatan sangat penting dalam meningkatkan produktivitas keseluruhan operasi penambangan, dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis alat yang digunakan, metode pemuatan yang diterapkan, serta kondisi geometri dan aksesibilitas jalan angkut (Hidayat, 2017).

Pola pemuatan adalah suatu strategi atau metode yang diterapkan dalam proses pemuatan material dari lokasi penambangan ke alat angkut. Menurut Sudrajat, pola pemuatan yang efisien sangat penting untuk memastikan pengangkutan material berlangsung secara optimal dan dapat mempengaruhi produktivitas peralatan serta efektivitas keseluruhan operasi penambangan. Pola pemuatan yang tepat mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk jenis material, kondisi lapangan, dan alat yang digunakan, sehingga dapat meminimalisir waktu dan biaya yang dikeluarkan (Sudrajat, 2020).

3.1.3 Pengangkutan

Pengangkutan merupakan serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk mengangkut bahan galian atau material, diantaranya:

1. Siklus Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Siklus Kerja Alat didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh suatu alat. Adapun siklus kerja alat gali- muat yaitu untuk bekerja (beroperasi) dalam satu kali putaran. Waktu siklus untuk setiap alat tidak sama tergantung jenis alat yang digunakan serta sifat dan jenis material yang ditangani. Semakin kecil waktu siklus suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

2. Siklus Kerja Alat Gali Muat (*Excavator*)

Waktu siklus *excavator* tergantung dari tempat gerakan dasar, yaitu:

- a. Mengisi bucket (*loading bucket*)
 - b. Mengayun isi (*swing loaded*)
 - c. Menumpahkan beban (*unloading*)
 - d. Mengayun kosong (*swing empty*)
3. Siklus Kerja Alat Angkut (*Dump Truck*)
- Waktu siklus *dump truck* tergantung dari enam gerakan dasar, yaitu:
- a. Pengisian bak *dump truck* (*loading*)
 - b. Pengangkutan material (*hauling*)
 - c. Penumpahan muatan (*dumping*)
 - d. Kembali kosong (*return empty*)
 - e. Manuver kosong (*spot empty*)

3.2 Alat Mekanis yang Digunakan

3.2.1 Alat Gali Muat *Excavator PC-500 Komatsu*

Untuk melakukan kegiatan penggalian dan pemuatan batubara digunakan alat mekanis *Excavator PC-500 Komatsu* memiliki berat operasional 45 ton dengan kapasitas bucket $3,8 \text{ m}^3$. Pada kegiatan *coal getting* di PT Bukit Asam Tbk digunakan jenis *back hoe*. Berikut alat gali muat dapat dilihat pada gambar 3.1 dan spesifikasi alat bisa dilihat pada Lampiran D.



Sumber: Penulis, 2025.

Gambar 3.1 Alat Gali Muat *Excavator PC-500 Komatsu*

3.2.2 Alat Angkut *Dump Truck* Mercy Arocs

Pengangkutan batubara di *pit* Tambang Air Laya Utara Barat PT Bukit Asam Tbk, dilakukan menggunakan *dump truck* Mercy Arocs, memiliki muatan 43-45 ton atau kisaran 29m³. Berikut alat angkut dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan spesifikasi alat bisa dilihat pada Lampiran E.



Sumber: Penulis, 2025.

Gambar 3.2 *Dump Truck* Mercy Arocs

3.3 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* PC-500 Komatsu dan Alat Angkut *Dump Truck* Mercy Arocs

3.3.1 Waktu Edar (*Cycle Time*)

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

1. Waktu Edar Alat Gali Muat (CTm)

Merupakan penjumlahan dari waktu penggalian muatan, waktu ayunan bermuatan, waktu untuk menumpahkan muatan, dan waktu kosong.

Rumus:

$$CTm = Am + Bm + Cm + Dm \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

CTm: Total waktu edar alat gali muat (menit)

Am : Waktu untuk penggalian muatan (menit)

Bm : Waktu ayunan bermuatan (menit)

Cm : Waktu untuk menumpahkan muatan (menit)

Dm : Waktu ayunan kosong (menit)

2. Waktu Edar Alat Angkut (CTa)

Merupakan penjumlahan dari waktu mengatur posisi untuk siap dimuat, waktu menunggu untuk dimuat, waktu pengisian muatan, waktu mengangkut muatan, waktu mengambil posisi untuk penumpahan muatan, waktu menumpahkan muatan, waktu kembali kosong.

Rumus:

$$CTa = Aa + Ba + Ca + Ea + Fa \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

CTa: Total waktu edar alat angkut (menit)

Aa : Waktu mengatur posisi untuk dimuat (menit)

Ba : Waktu di isi muatan (menit)

Ca : Waktu mengangkut muatan (menit)

Ea : Waktu menumpahkan muatan (menit)

Fa : Waktu kembali kosong (menit)

3.3.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Efisiensi kerja akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah kondisi tempat kerja, kondisi cuaca, kondisi manusia dan waktu tunda (Bagus, 2023).

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

$$Ek = \frac{we}{wt} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

$$We = Wt - (Wtd + Whd) \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

- We = waktu kerja efektif (menit)
 Wt = waktu kerja yang tersedia (menit)
 Wtd = waktu hambatan yang tidak dapat dihindari (menit)
 Whd = waktu hambatan yang dapat dihindari (menit)
 Ek = efisiensi kerja (%)

3.3.3 Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Pengembangan material adalah perubahan volume material apabila material tersebut diubah dari bentuk aslinya. Di alam material didapati dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian-bagian yang kosong yang terisi udara diantara butir-butirnya. Apabila material tersebut digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi pengembangan volume (Oemiati..dkk. 2020).

Faktor pengembangan adalah pengembangan volume suatu material setelah digali. Di alam material dijumpai dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian kosong yang terisi dengan udara diantara butir-butirnya. Apabila material digali, maka akan terjadi pengembangan volume. Material yang ditangani pada kegiatan pemuatan dan pengangkutan adalah material pada kondisi *loose* volume. Rumus untuk menghitung *swell factor* berdasarkan densitas (kerapatan).

3.4 Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut

Menurut Nujum et al., (2017) untuk mengetahui hasil produktivitas alat gali muat dan alat angkut, dapat dilihat dari hasil produksi aktual dan perbandingan produksi nyata dengan produksi teoritis.

Cara mengetahui perhitungan hasil produksi dalam ton/jam dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Alat Gali Muat (*Excavator*):

Rumus:

$$p = Kb \times \frac{3600}{ct} \times sf \times Ff \times Ef \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

- P = Kemampuan produktivitas alat muat (m³ /Jam)

C_t = *Cycle time* alat muat (detik)

K_b = Kapasitas *Bucket* (m^3)

F_f = *Fill factor* (%)

S_f = *Swell factor* (%)

E_f = Efisiensi kerja (%)

Alat Angkut (*Dump Truck*):

$$p = N \times K_b \frac{3600}{C_t} \times S_f \times F_f \times E_f \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan:

P = Kemampuan produktivitas alat angkut (m^3 /Jam)

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

K_b = Kapasitas *bucket* (m^3)

S_f = *Swell Factor* (%)

F_f = *Fill factor* (%)

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

E_f = Efisiensi kerja (%)

3.5 Faktor Keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Menurut Nujum et al., (2017) untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat gali-muat dan alat angkut, maka produksi alat gali-muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat gali-muat dan alat angkut didasarkan pada produksi alat gali-muat dan produksi alat angkut, yang dinyatakan dalam *Match Factor* (MF).

Rumus:

$$MF = \frac{N_a \times n \times C_{Tm}}{N_m \times C_{Ta}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

N_a = Jumlah alat angkut

N_m = Jumlah alat gali muat

n = Banyaknya pengisian tiap satu alat angkut

Cta = Waktu Siklus alat angkut

Ctm = Waktu Siklus alat gali muat

3.6 Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Beberapa faktor–faktor yang mempengaruhi produksi alat gali muat dan alat angkut:

1. Kondisi Tempat Kerja

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

2. Kondisi Alat

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

3. Pemeliharaan Alat

Peralatan mekanis harus dijaga agar selalu dalam keadaan baik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemeliharaan alat antara lain:

- a. Penggantian pelumas dan *grease* (gemuk) secara teratur
- b. Kondisi bagian-bagian alat (*bucket, kuku bucket*) dll.
- c. Persediaan suku cadang yang sering diperlukan untuk peralatan yang bersangkutan.

4. Pengaruh Cuaca

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

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Menghitung Produktivitas *Excavator* PC-500 Komatsu dan *Dump Truck* Mercy Arocs

4.1.1. Perhitungan *Cycle Time* *Excavator* PC-500 Komatsu

Produktivitas alat gali muat *excavator* Pc-500 Komatsu dapat dihitung setelah melakukan pengumpulan data secara aktual di *front* batubara dengan mencatat dan menghitung *cycle time* alat gali muat tersebut. *Cycle time excavator* Pc-500 Komatsu selengkapnya bisa di lihat pada Lampiran A.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan secara langsung dilapangan diperoleh rata-rata waktu edar gali muat *excavator* PC-500 Komatsu sebagai berikut:

- *Digging* : 4,11 detik (Lampiran A)
- *Swing Isi* : 5,07 detik (Lampiran A)
- *Loading* : 5,64 detik (Lampiran A)
- *Swing Kosong* : 4,19 detik (Lampiran A)

Sehingga, *cycle time excavator* PC-500 Komatsu yang di dapat sebesar:

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}$$

$$CT_m = 4,11 \text{ detik} + 5,07 \text{ detik} + 5,64 \text{ detik} + 4,19 \text{ detik}$$

$$CT_m = 19,01 \text{ detik.}$$

Maka rata-rata *cycle time* alat gali muat *excavator* PC-500 Komatsu yang diperoleh secara langsung dilapangan adalah 19,01 detik.

4.1.2. Perhitungan *Cycle Time* *Dump Truck* Mercy Arocs

Waktu edar *dump truck* Mercy Arocs dapat dirumuskan sebagaimana telah dijelaskan pada persamaan berikut. *Cycle time dump truck* Mercy Arocs selengkapnya bisa di lihat pada Lampiran B.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan secara langsung dilapangan diperoleh rata-rata waktu edar alat angkut *dump truck* Mercy Arocs sebagai berikut:

- *Manuver Loading* : 49,44 detik (Lampiran B)
- *Loading* : 389 detik (Lampiran B)

- *Hauling* Isi : 1.160 detik (Lampiran B)
- *Manuver Dumping* : 29,25 detik (Lampiran B)
- *Dumping* : 59,95 detik (Lampiran B)
- *Hauling* Kosong : 988 detik (Lampiran B)

Sehingga, *cycle time dump truck* Mercy Arocs yang di dapat sebesar:

$$CTa = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$$

$$CTa = 49,44 \text{ detik} + 389 \text{ detik} + 1.160 \text{ detik} + 29,25 \text{ detik} + 59,95 \text{ detik} + 988 \text{ detik}$$

$$CTa = 2.675 \text{ detik.}$$

Maka rata-rata *cycle time* alat angkut *dump truck* Mercy Arocs yang diperoleh secara langsung dilapangan adalah 2.675 detik.

4.1.3. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan 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 Bukit Asam Tbk yang melakukan kegiatan penambangan batubara di *pit* Tambang Air Laya.

Tabel 4.1 Waktu Kerja Tersedia

Hari	Jam kerja			Total waktu (Jam/Hari)
	Shift 1	Shift 2	Shift 3	
Senin	07:00-15:00	15:00-23:00	23:00-07:00	24
Selasa	07:00-15:00	15:00-23:00	23:00-07:00	24
Rabu	07:00-15:00	15:00-23:00	23:00-07:00	24
Kamis	07:00-15:00	15:00-23:00	23:00-07:00	24
Jumat	07:00-15:00	15:00-23:00	23:00-07:00	24
Sabtu	07:00-15:00	15:00-23:00	23:00-07:00	24
Minggu	07:00-15:00	15:00-23:00	23:00-07:00	24
Total				168
Rata-rata				24

Sumber: Penulis, (2025).

Tabel 4.2 Hambatan Jam Kerja PT Bukit Asam Tbk

Uraian	Waktu Hambatan (menit)
1. Hambatan yang dapat dihindari	
<i>Refueling</i>	10
<i>Praying</i>	5
<i>Other-Standby</i>	30
Total 1	45
2. Hambatan yang tidak dapat dihindari:	
<i>Rain Delay</i>	90
<i>Stretching</i>	5
<i>Rest time</i>	180
<i>Chang Shift</i>	10
<i>P5M</i>	5
<i>Slippery Delays</i>	90
Total 2	380
Total 1 + 2	425

Sumber: Penulis, (2025).

Total waktu hambatan = 425 menit

Waktu tersedia (Wt) = 1.440 menit

Waktu kerja efektif (We) = 1.440 menit – 425 menit
= 1.015 menit

Maka efesiensi kerja alat gali muat *excavator* PC-500 Komatsu dan alat angkut *dump truck* Mercy Arocs dapat dihitung:

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi kerja (EK)} &= \frac{1.015 \text{ menit/hari}}{1.440 \text{ menit /hari}} \times 100\% \\ &= 70\% \text{ atau } 0,70\end{aligned}$$

4.1.4. Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Nilai dari faktor pengembangan material (*swell factor*) dari batubara yang ada pada *pit* Tambang Air Laya Utara Barat berdasarkan jenis batubaranya berupa bituminous, sehingga nilai dari faktor pengembangan material (*swell factor*) untuk batubara di *pit* Tambang Air Laya Utara Barat yaitu 74% atau 0,74. Dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Swell Factor* beberapa material

Material	<i>Density Insitu</i> (lb/cu yd)	<i>Swell Factor</i> (%)
Tanah liat kering	2700 - 4325	75
Tanah liat basah	2300	85
<i>Antrasit</i>	2800 - 3000	80 - 82
Batubara <i>bituminous</i>	2200	74
Bijih tembaga	1900	74
Tanah biasa kering	3800	74
Tanah biasa basah	2800	85
Tanah biasa bercampur	3370	85

Sumber : Prodjosumarto, (2000)

4.1.5. *Bucket Fill Factor*

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

Diketahui :

Kapasitas *vessel* = 29 m³ (Lampiran E)

Jumlah *passing* = 14 kali

Kapasitas *bucket* = 3,8 m³ (Lampiran D)

$$\text{Bff} = \frac{\text{kapasitas vessel/jumlah passing}}{\text{kapasitas bucket}} \times 100\%$$

$$\text{Bff} = \frac{29/14}{3,8} \times 100 \%$$

$$\text{Bff} = 55\% \text{ atau } 0,55$$

4.1.6. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* PC-500 Komatsu

Jadi untuk menghitung produktivitas alat gali muat *excavator* Pc-500 Komatsu dilakukan dengan cara di bawah ini.

Diketahui:

Efisiensi kerja (*Ek*) = 70%

Bucket fill factor (*Bff*) = 0,55

Kapasitas *bucket* (*Kb*) = 3,8 m³ (Lampiran D)

Swell Factor (*SF*) = 0,74

Cycle time alat gali muat (C_{tm}) = 19,01 detik (Lampiran A)

Diketahui:

$$Q = \frac{3600}{C_{tm}} \times K_b \times B_{ff} \times S_f \times E_k$$

$$Q = \frac{3600}{19,01 \text{ detik}} \times 3,8 \text{ m}^3 \times 0,55 \times 0,74 \times 70\%$$

$$Q = 207,79 \text{ Ton/jam}$$

4.1.7. Perhitungan Produktivitas Alat Angkut *Dump Truck* Mercy Arocs

Jadi untuk menghitung produktivitas alat angkut *dump truck* Mercy Arocs dilakukan dengan cara di bawah ini.

Diketahui:

Jumlah *passing* (N_a) = 14 kali

Waktu edar alat angkut (C_{ta}) = 44,58 menit

Kapasitas *bucket* (K_b) = $3,8 \text{ m}^3$ (Lampiran D)

Bucket Fill Factor (BFF) = 0,55

Efisiensi kerja (E_k) = 70%

Swell Factor (SF) = 0,74

Diketahui:

$$Q = N_a \times \frac{60}{C_{ta}} \times K_b \times BFF \times SF \times E_k$$

$$Q = 14 \times \frac{60}{44,58 \text{ menit}} \times 3,8 \text{ m}^3 \times 0,55 \times 0,74 \times 70\%$$

$$Q = 20,39 \text{ Ton/jam}$$

4.2 Mengevaluasi Keceratan Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Untuk mengetahui keceratan alat gali muat *excavator* PC-500 Komatsu dan alat angkut *dump truck* Mercy Arocs dapat menggunakan persamaan berikut:

Rumus:

$$MF = \frac{N_a \times n \times C_{tm}}{N_m \times C_{ta}} \dots\dots\dots(4.1)$$

Diketahui:

Jumlah alat angkut (N_a) = 7 unit

Jumlah alat gali muat (Nm)	= 1 unit
Jumlah passing (n)	= 14 kali
Waktu edar alat angkut (Cta)	= 2.675 detik (Lampiran B)
Waktu edar alat gali muat (Ctm)	= 19,01 detik (Lampiran A)

Jadi:

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

$$MF = \frac{7 \text{ unit} \times 14 \text{ kali} \times 19,01 \text{ detik}}{1 \text{ unit} \times 2.675 \text{ detik}}$$

$$MF = 0,69$$

Jadi *match factor* dari alat gali muat *excavator* PC-500 Komatsu dan alat angkut *dump truck* Mercy Arocs adalah 0,69 artinya terdapat waktu tunggu bagi *excavator* PC-500 Komatsu sehingga bekerja kurang maksimal. Jika ingin mendapatkan sinkronisasi alat mendekati angka 1 harus dilakukan percobaan penambahan 3 unit alat angkut, maka efisiensi kerjanya akan meningkat, dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

Waktu edar alat gali muat	= 19,01 detik (Lampiran A)
Waktu edar alat angkut	= 2.675 detik (Lampiran B)
Jumlah alat angkut	= 10 unit
Jumlah alat gali muat	= 1 unit
Jumlah <i>passing</i>	= 14 kali

Jadi:

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

$$MF = \frac{10 \text{ unit} \times 14 \text{ kali} \times 19,01 \text{ detik}}{1 \text{ unit} \times 2.675 \text{ detik}}$$

$$MF = 0,99$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai aktual *match factor* yang diperoleh dari *excavator* PC-500 Komatsu dan *dump truck* Mercy Arocs mendekati angka 1 dengan menggunakan 1 (satu) unit alat gali muat *excavator* PC-500 Komatsu dan 10 unit alat angkut *dump truck* Mercy Arocs pada jarak tempuh 7.200 meter. Jadi untuk

mengevaluasi nilai *match factor sebesar* 0,69, untuk mendapatkan sinkronisasi alat yang paling ideal (mendekati angka 1) maka penulis menambahkan 3 unit alat angkut.

4.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

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 bisa dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 4.1 Kondisi *Front* Penambangan.

4.3.2. Kondisi Jalan Angkut

Kondisi jalan angkut dari *front* penambangan ke *Stockpile* RL-56 sudah cukup baik. Akan tetapi ada saat berdebu ketika jalan terlalu kering maka akan dilakukan penyiraman secara berkala.



Sumber: Penulis (2025).

Gambar 4.2 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 pada *excavator* PC-500 Komatsu yaitu sebesar 207,79 ton/jam, sedangkan pada produktivitas aktual *dump truck* Mercy Arocs yaitu sebesar 20,39 Ton/jam dengan jarak 7.200 meter dari *front* Tambang Air Laya Utara Barat ke *Stockpile* RL-56
2. Dari hasil perhitungan keserasian kerja alat (*match factor*) nilai aktual yang diperoleh adalah 0,69. Kondisi tersebut masih jauh untuk mendekati keserasian kerja alat, maka untuk mencapai *match factor* mendekati angka 1 diperlukan penambahan 3 unit *dump truck*, sehingga nilai *Match Factor* menjadi 0,99.
3. 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. Untuk mencapai keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut yang optimal, disarankan menambah unit *dump truck* dari 7 menjadi 10 unit. Dengan begitu, nilai *match factor* dapat mendekati 1, yang berarti sinkronisasi kerja antara alat gali muat dan alat angkut menjadi optimal.
2. Mengingat kondisi jalan yang licin saat hujan dan berdebu dapat menghambat proses pengangkutan, maka disarankan untuk melakukan perbaikan jalan secara berkala.
3. Diperlukan pelatihan berkala untuk meningkatkan keterampilan serta pemahaman mereka terhadap efisiensi kerja dan keselamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus Pradana, Siti Hardianti, Sepriadi. 2023. Desain *Stock Rom Pit* 6 Pt Baturona Adimulya, Banyuasin, Propinsi Sumatra Selatan, 14(1).
- Hidayat, R. (2017). Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara. *Mineral*, 2(2).
- Nujum, A., Wahyudin, A., & Rachman, A. (2017). Produktivitas Alat Mekanis Tambang Terbuka dan Keserasian Kerjanya. *Jurnal Rekayasa Pertambangan*, 4(1).
- 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*, 6(3).
- Sudrajat, S. (2020). Pola Pemuatan pada Operasi Penambangan Batubara. *Jurnal Pertambangan Dan Geologi*, 4(1).
- Sukirman, T., Harahap, B., & Dewi, F. (2020). Evaluasi Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara dengan Metode Tambang Terbuka. *Jurnal Ilmiah Teknologi Mineral dan Batubara*, 9(1).
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja. *Peraturan.Bpk.Go.Id*, 052692.
- Wahyudi, S., & Hidayat, A. (2020). Peran Batubara dalam Ketahanan Energi Nasional Indonesia. *Jurnal Energi dan Teknologi Batubara*, 13(1).
- Ward, C. R. (2016). *Coal Geology and Classification*. Elsevier, 10(7).
- Widodo, D., Kusuma, A., & Prasetyo, R. (2021). Analisis Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat pada Tambang Batubara Terbuka. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 17(2).

LAMPIRAN A

Cycle Time Alat Gali Muat Excavator PC-500 Komatsu

Tabel A1. *Cycle Time Excavator PC-500 Komatsu*

No Sampel	<i>Digging</i> (detik)	<i>Swing Isi</i> (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Swing Kosong</i> (detik)	<i>Cycle Time</i> (detik)
1	5,2	5,5	5,6	4,1	20,4
2	4,8	5,7	6,9	4,5	21,9
3	4,5	5,9	6,3	4,2	20,9
4	4,6	4,9	5,8	4,5	19,8
5	4,5	5,6	4,9	4,5	19,5
6	4,8	4,8	5,3	3,5	18,4
7	3,9	5,4	5,6	3,6	18,5
8	4,1	4,8	5,1	4	18
9	3,8	5,6	5,5	4,6	19,5
10	4,2	4,9	6,4	4,9	20,4
11	4,2	5	6,1	4,6	19,9
12	3,8	4,9	5,9	4,7	19,3
13	3,9	4,9	5,4	4,5	18,7
14	3,7	5,6	5,2	4,2	18,7
15	4,1	5,7	5,4	4,3	19,5
16	4	4,8	5,5	3,9	18,2
17	3,8	5,2	5,6	4,6	19,2
18	4,2	4,4	5,3	3,8	17,7
19	3,9	5,7	5,5	4,5	19,6
20	4,3	5,1	5,2	3,8	18,4
21	3,5	4,8	5,9	4,2	18,4
22	4,2	5,4	5,5	3,7	18,8
23	3,8	4,7	5,7	3,9	18,1
24	3,5	5,5	5,4	4,2	18,6
25	3,8	4,8	5,6	3,8	18
26	4,3	4,9	5,7	3,9	18,8
27	3,5	4,7	5,5	3,6	17,3
28	3,7	3,9	5,9	4	17,5
29	4,2	4,2	5,8	4,5	18,7
30	3,8	4,5	5,4	3,8	17,5

A1. Waktu Parameter *Digging*

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah data (n)} &= 30 \\
\text{Nilai data minimum (Nmin)} &= 3,5 \text{ detik} \\
\text{Nilai data maximum (Nmax)} &= 5,2 \text{ detik} \\
\text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\
&= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \\
\text{Jumlah Kelas (k)} &= 6 \\
\text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\
&= \frac{5,2 - 3,5}{6} \\
\text{Interval Kelas (i)} &= 0,28
\end{aligned}$$

Tabel A2. Parameter Frekuensi Waktu *Digging*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
3,5 – 3,78	5	16,67	3,64	18,21
3,78 – 4,07	10	33,33	3,92	39,25
4,07 – 4,35	9	30,00	4,21	37,88
4,35 – 4,63	3	10,00	4,49	13,48
4,63 – 4,92	2	6,67	4,78	9,55
4,92 – 5,2	1	3,33	5,06	5,06
Total	30	100	26,10	123,43

Jadi rata-rata waktu *digging excavator* PC-500 Komatsu adalah:

$$\begin{aligned}
&= \frac{fi \times xi}{30} \\
&= \frac{123,43}{30} = 4,11 \text{ detik}
\end{aligned}$$

A2. Waktu Parameter *Swing* Isi

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah data (n)} &= 30 \\
\text{Nilai data minimum (Nmin)} &= 3,90 \text{ detik} \\
\text{Nilai data maximum (Nmax)} &= 5,90 \text{ detik} \\
\text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\
&= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kelas (k)} &= 6 \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\
 &= \frac{5,90 - 3,90}{6} \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= 0,33
 \end{aligned}$$

Tabel A3. Parameter Frekuensi Waktu *Swing* isi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
3,90 – 4,23	2	6,67	4,07	24,08
4,23 – 4,57	2	6,67	4,4	97,95
4,57 – 4,90	7	23,33	4,73	32,97
4,90 – 5,23	8	26,67	5,07	49,78
5,23 – 5,57	4	13,33	5,4	0,00
5,57 – 5,90	7	23,33	5,73	13,38
Total	30	100	29,4	152,32

Jadi rata-rata waktu *swing* isi *excavator* PC-500 Komatsu adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{fi \times xi}{30} \\
 &= \frac{152,32}{30} = 5,07 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

A3. Waktu Parameter *Loading*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah data (n)} &= 30 \\
 \text{Nilai data minimum (Nmin)} &= 4,90 \text{ detik} \\
 \text{Nilai data maximum (Nmax)} &= 6,90 \text{ detik} \\
 \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \\
 \text{Jumlah Kelas (k)} &= 6 \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\
 &= \frac{6,90 - 4,90}{6} \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= 0,33
 \end{aligned}$$

Tabel A4. Parameter Frekuensi Waktu *Loading*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
4,90 – 5,23	4	13,33	5,07	20,27
5,23 – 5,57	11	36,67	5,4	59,4
5,57 – 5,90	8	26,67	5,73	45,87
5,90 – 6,23	4	13,33	6,07	24,27
6,23 – 6,57	2	6,67	6,4	12,8
6,57 – 6,90	1	3,33	6,73	6,73
Total	30	100	35,40	169,34

Jadi rata-rata waktu *loading excavator* PC-500 Komatsu adalah:

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

$$= \frac{169,34}{30} = 5,64 \text{ detik}$$

A4. Waktu Parameter *Swing* Kosong

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

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 3,50 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 4,90 \text{ detik}$$

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

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

$$\text{Interval Kelas (i)} = \frac{Nmax - Nmin}{k}$$

$$= \frac{4,90 - 3,50}{6}$$

$$\text{Interval Kelas (i)} = 0,23$$

Tabel A5. Parameter Frekuensi Waktu *Swing* Kosong

Kelas	<i>Frequency</i> (fi)	<i>Persentase</i>	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
3,50 – 3,73	4	13,33	3,62	14,47
3,71 – 3,97	7	23,33	3,85	26,95
3,97 – 4,20	3	10,00	4,08	12,25
4,20 – 4,43	5	16,67	4,32	21,58
4,43 – 4,67	9	30,00	4,55	40,95
4,67 – 4,90	2	6,67	4,78	9,57
Total	30	100	25,2	125,77

Jadi rata-rata waktu *swing* kosong *excavator* PC-500 Komatsu adalah:

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

$$= \frac{125,77}{30} = 4,19 \text{ detik}$$

Sehingga, total *cycle time excavator* PC-500 Komatsu yaitu sebesar:

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}$$

$$CT_m = 4,11 \text{ detik} + 5,07 \text{ detik} + 5,64 \text{ detik} + 4,19 \text{ detik}$$

Maka rata-rata *cycle time* alat gali muat *excavator* PC-500 Komatsu yang diperoleh secara langsung dilapangan adalah 19,01 detik.

LAMPIRAN B

Cycle Time Alat Angkut Dump Truck Mercy Arocs

Tabel B1. *Cycle Time Dump Truck Mercy Arocs*

No	<i>Manuver Loading</i> (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Hauling Isi</i> (detik)	<i>Manuver Dumping</i> (detik)	<i>Dumping</i> (detik)	<i>Hauling Kosong</i> (detik)	<i>Cycle Time</i> (detik)
1	42	420	1.080	28	62	900	2.532
2	42	360	1.080	24	65	900	2.471
3	56	360	1.140	32	58	960	2.606
4	49	480	1.200	30	65	900	2.724
5	49	360	1.020	30	58	960	2.477
6	50	480	1.200	28	60	1.020	2.838
7	41	300	1.320	31	56	1.020	2.768
8	48	420	1.140	28	42	1.080	2.758
9	57	360	1.080	35	58	1.020	2.610
10	41	360	1.200	28	68	1.080	2.777
11	50	300	1.080	34	74	840	2.378
12	50	360	1.080	31	55	840	2.416
13	53	360	1.140	30	54	1.080	2.717
14	51	480	1.320	26	60	1.020	2.957
15	52	300	1.140	27	48	960	2.527
16	55	420	1.140	26	63	1.080	2.784
17	57	300	1.200	28	50	900	2.535
18	40	360	1.260	30	62	960	2.712
19	45	360	1.080	26	61	1.020	2.592
20	47	300	1.080	32	56	960	2.475
21	55	420	1.320	24	54	1.080	2.953
22	44	360	1.200	28	61	960	2.653
23	49	420	1.200	25	65	1.020	2.779
24	47	300	1.140	31	54	1.080	2.652
25	57	480	1.020	29	60	960	2.606
26	53	420	1.260	26	62	1.080	2.901
27	49	360	1.200	28	66	840	2.543
28	53	360	1.140	33	68	960	2.614
29	52	420	1.080	30	65	1.080	2.727
30	50	360	1.200	32	58	1.020	2.720

B1. Waktu Parameter *Manuver Loading*

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

$$\text{Nilai data minimum (Nmin)} = 40 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 57 \text{ detik}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\ &= \frac{57 - 40}{6} \end{aligned}$$

$$\text{Interval Kelas (i)} = 2,83$$

Tabel B2. Parameter Frekuensi Waktu *Manuver Loading*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
40 - 43	5	16,67	41,42	207,08
43 - 46	2	6,67	44,25	88,50
46 - 48	3	10,00	47,08	141,25
48 - 51	9	30,00	49,92	449,25
51 - 54	5	16,67	52,75	263,75
54 - 57	6	20,00	55,58	333,50
Total	30	100	291	1.483,3

Jadi rata-rata waktu *manuver loading dump truck* Mercy Arocs adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{fi \times xi}{30} \\ &= \frac{1.483,3}{30} = 49,44 \text{ detik} \end{aligned}$$

B2. Waktu Parameter *Loading*

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

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

$$\text{Nilai data maximum (Nmax)} = 480 \text{ detik}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kelas (k)} &= 6 \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\
 &= \frac{480 - 300}{6} \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= 30
 \end{aligned}$$

Tabel B3. Parameter Frekuensi Waktu *Loading*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
300 – 330	6	20,00	315	1.890
330 – 360	0	0,00	345	0
360 – 390	13	43,33	375	4.875
390 – 420	0	0,00	405	0
420 – 450	7	23,33	435	3.045
450 – 480	4	13,33	465	1.860
Total	30	100	2.340	11.670

Jadi rata-rata waktu *loading dump truck* Mercy Arocs adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{fi \times xi}{30} \\
 &= \frac{11.670}{30} = 389 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

B3. Waktu Parameter *Hauling* isi

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah data (n)} &= 30 \\
 \text{Nilai data minimum (Nmin)} &= 1.020 \text{ detik} \\
 \text{Nilai data maximum (Nmax)} &= 1.320 \text{ detik} \\
 \text{Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 5,87 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \\
 \text{Jumlah Kelas (k)} &= 6 \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k} \\
 &= \frac{1.320 - 1.020}{6} \\
 \text{Interval Kelas (i)} &= 50
 \end{aligned}$$

Tabel B4. Parameter Frekuensi Waktu *Hauling* isi

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
1.020 - 1.070	2	6,67	1.045	2.090
1.070 – 1.120	8	26,67	1.095	8.760
1.120 – 1.170	7	23,33	1.145	8.015
1.170 – 1.220	8	26,67	1.195	9.560
1.220 – 1.270	2	6,67	1.245	2.490
1.270 – 1.320	3	10,00	12.95	3.885
Total	30	100	7.020	34.800

Jadi rata-rata waktu *hauling* isi *dump truck* Mercy Arocs adalah:

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

$$= \frac{34.800}{30} = 1.160 \text{ detik}$$

B4. Waktu Parameter *Manuver Dumping*

Jumlah data (n) = 30

Nilai data minimum (Nmin) = 24 detik

Nilai data maximum (Nmax) = 35 detik

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

Jumlah Kelas (k) = 6

Interval Kelas (i) = $\frac{Nmax - Nmin}{k}$
 = $\frac{35 - 24}{6}$

Interval Kelas (i) = 1,83

Tabel B5. Parameter Frekuensi Waktu *Manuver Dumping*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
24 – 26	3	10,00	24,92	74,75
26 – 28	5	16,67	26,75	133,75
28 - 30	8	26,67	28,85	228,67
30 – 31	8	26,67	30,42	243,33
31 - 33	4	13,33	32,25	129,00
33 – 35	2	6,67	32,08	68,17
Total	30	100	175,09	877,67

Jadi rata-rata waktu *manuver dumping dump truck* Mercy Arocs adalah:

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

$$= \frac{877,67}{30} = 29,25 \text{ detik}$$

B5. Waktu Parameter *Dumping*

Jumlah data (n) = 30

Nilai data minimum (Nmin) = 42 detik

Nilai data maximum (Nmax) = 74 detik

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

Jumlah Kelas (k) = 6

Interval Kelas (i) = $\frac{Nmax - Nmin}{k}$
= $\frac{74 - 42}{6}$

Interval Kelas (i) = 5,3

Tabel B6. Parameter Frekuensi Waktu *Dumping*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
42 – 47	1	3,33	44,67	44,67
47 – 53	2	6,67	50,00	100,00
53 – 58	6	20,00	55,33	332,00
58 – 63	13	43,33	60,67	788,67
63 – 69	7	23,33	66,00	462,00
69 – 74	1	3,33	71,33	71,33
Total	30	100	348	1.798,67

Jadi rata-rata waktu *dumping dump truck* Mercy Arocs adalah:

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

$$= \frac{1.798,67}{30} = 59,95 \text{ detik}$$

B6. Waktu Parameter *Hauling* Kosong

Jumlah data (n) = 30

Nilai data minimum (Nmin) = 840 detik

Nilai data maximum (Nmax) = 1.080 detik

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

Jumlah Kelas (k) = 6

Interval Kelas (i) = $\frac{Nmax - Nmin}{k}$
 = $\frac{1.080 - 840}{6}$

Interval Kelas (i) = 40

Tabel B7. Parameter Frekuensi Waktu *Hauling* Kosong

Kelas	<i>Frequency</i> (fi)	<i>Persentase</i>	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
840 – 880	3	10,00	860	2.580
880 - 920	4	13,33	900	3.600
920 - 960	0	0,00	940	0
960 – 1.000	8	26,67	980	7.840
1.000 – 1.040	7	23,33	1.020	7.140
1.040 – 1.080	8	26,67	1.060	8.480
Total	30	100	5.760	29.640

Jadi rata-rata waktu *hauling* kosong *truck* Mercy Arocs adalah:

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

$$= \frac{29.640}{30} = 988 \text{ detik}$$

Sehingga, total *cycle time dump truck* Mercy Arocs yaitu:

$$CTa = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$$

$$CTa = 49,44 \text{ detik} + 389 \text{ detik} + 1.160 \text{ detik} + 29,25 \text{ detik} + 59,95 \text{ detik} + 988 \text{ detik}$$

Maka rata-rata *cycle time* alat angkut *dump truck* Mercy Arocs yang diperoleh secara langsung dilapangan adalah 2.675 detik.

LAMPIRAN C

TARGET PRODUKSI PADA BULAN APRIL 2025 DI *PIT*

TAMBANG AIR LAYA

Tabel C1. Target Produksi

BB TAL	Target	Batubara TAL TSBC	Batubara TAL Utara Timur	Batubara TAL Utara Barat
	Total Produksi	340.000	40.000	170.000
	SR	8,79	24,63	9,74
Kualitas	AL-42			170.000
	AL-45			
	AL-47			
	AL-49	300.000		
	AL-51	10.000		
	AL-53		40.000	
	AL-55			
	AL-57			
	AL-59			
	AL-61			
	AL-63			
	AL-65			
	AL-67			
	AL-69			
	AL-71 HV	5.000		
	AL-71 MV			
	AL-71 LV	25.000		
	EWB	10,80	10,80	12,33
Fleet	PC2000	0,00	0,00	0,00
	PC1250	0,00	0,00	0,00
	PC850	0,00	0,00	0,00
	PC500	3,70	0,50	2,00
	PC200	0,00	0,00	0,00
	Total	3,70	0,50	2,00
Rata-Rata Produktivitas / Alat		250,00	250,00	250,00
Jarak Angkut		6.900	4.500	7.200
Target/shift		3.778	444	1.889

Sumber : PT Bukit Asam TBK

LAMPIRAN D
SPESIFIKASI *EXCAVATOR* PC-500 KOMATSU

Spesifikasi Alat	Keterangan
Model mesin	Komatsu SAA6D140E-5
Kecepatan swing	8,6 rpm
Kapasitas fuel tank	650 liter
Bobot kerja	±49,9 ton
Lebar track	600–800 mm
Kapasitas bucket	3,8 m ³ (sekitar 4 ton)
Tipe bucket	Rock/HD
Panjang track	±5,2 m



Sumber: Penulis (2025).

Gambar D.1 *Excavator* PC-500 Komatsu

LAMPIRAN E

SPESIFIKASI *DUMP TRUCK* MERCY AROCS

Spesifikasi Alat	Keterangan
Tipe engine	OM 471 LA, 6 silinder, Euro 5
Ukuran roda	315/80 R22.5
Kapasitas fuel tank	390 liter
Height	3.200 mm
Lebar	2.500 mm
Kemampuan menanjak	80%
Kapasitas <i>vessel</i>	29m ³
Panjang	8.300 mm



Sumber: Penulis (2025).

Gambar E.1 *Dump Truck* Mercy Arocs

LAMPIRAN F

DATA CURAH HUJAN PT BUKIT ASAM TBK

TANGGAL	DATA CURAH HUJAN 2024 (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	5.70	22.30	19.10	14.83	0.00	0.00	7.40	0.00	0.00	0.00	2.75	0.00
2	2.30	4.10	5.50	3.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.46	0.00
3	3.20	1.25	68.50	0.00	3.50	23.20	14.60	0.00	0.00	0.00	18.40	0.00
4	29.20	6.80	6.13	6.88	39.50	5.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.50	0.00
5	35.70	9.20	38.20	27.60	11.38	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	0.00
6	6.60	2.50	30.60	15.10	73.80	19.75	9.80	0.00	0.00	0.00	109.70	0.00
7	6.20	21.70	9.10	23.90	86.30	33.50	0.00	0.00	0.00	0.00	21.50	0.00
8	2.40	26.00	1.00	2.13	0.00	0.00	45.00	0.00	0.00	2.75	0.00	7.83
9	41.00	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.80	0.00	17.00	0.00
10	0.00	39.00	1.67	18.75	0.00	4.00	0.00	6.00	7.40	0.00	9.60	0.00
11	56.50	2.50	12.90	0.00	9.50	13.00	0.00	0.00	19.30	5.50	16.10	0.00
12	60.60	14.50	11.88	3.17	0.00	20.40	0.00	0.00	7.00	5.00	0.00	0.00
13	2.50	19.90	0.00	0.00	14.13	5.00	0.00	0.00	8.10	21.10	21.00	0.00
14	71.50	11.20	1.00	25.90	47.90	8.80	0.00	0.00	44.80	32.90	6.00	0.00
15	7.90	9.00	0.00	5.50	0.00	7.70	0.00	0.00	2.00	21.60	0.00	0.00
16	45.90	14.50	1.25	11.70	0.00	0.00	0.00	1.00	1.90	6.00	7.20	1.00
17	3.60	24.00	13.00	0.00	0.00	13.30	1.00	0.00	0.00	0.00	19.50	4.50
18	16.70	67.80	18.98	22.70	0.00	3.20	0.00	6.80	0.00	0.00	0.00	4.33
19	0.67	3.30	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	4.75	46.30	2.00
20	39.94	2.75	57.40	34.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	2.80
21	0.00	98.90	0.00	0.00	0.00	16.63	0.00	0.00	0.00	13.00	4.70	8.60
22	0.00	0.00	3.17	10.00	99.50	0.00	0.00	6.50	0.00	22.60	13.67	10.90
23	7.70	24.38	5.82	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.20	9.40	15.00	18.40
24	46.10	16.80	52.70	0.00	17.75	3.82	0.00	0.00	2.64	0.00	0.50	7.50
25	16.60	1.13	12.50	67.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	0.00	77.10	9.80
26	8.63	33.38	1.50	16.32	0.00	15.90	0.00	0.00	2.50	0.00	97.20	2.33
27	7.22	27.00	0.00	5.60	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	33.90	40.50	2.17	0.00	0.00	62.70	1.00	0.00	35.30	0.00	26.23	8.00
29	8.80	4.50	2.00	0.00	0.00	9.33	1.00	0.00	10.30	3.83	0.00	0.00
30	4.50		7.75	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	10.57	0.00	0.00
31	12.00		0.00		0.00		0.00	0.00		6.25		0.00
Jumlah Curah Hujan (mm/hari)	583.55	551.04	383.80	332.54	417.25	270.23	79.80	21.80	227.94	165.25	626.71	88.00
Curah Hujan Maksimum (mm)	71.50	98.90	68.50	67.00	99.50	62.70	45.00	6.80	44.80	32.90	109.70	18.40
Curah Hujan Rata-Rata (mm)	18.82	19.00	12.38	11.08	13.46	9.01	2.57	0.70	7.60	5.33	20.89	2.84
Jumlah Hari Kering	3	1	7	10	20	11	24	26	15	17	7	18
Jumlah Hari Hujan	28	28	24	20	11	19	7	5	15	14	23	13