

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KESERASIAN KERJA ANTAR ALAT GALI MUAT
DAN ALAT ANGKUT DARI *FRONT* PENAMBANGAN
MENUJU *DUMP STATION* BATUBARA DI
PT LEMATANG COAL LESTARI**



**FENI OKTRIANI
2022310073**

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

TUGAS AKHIR

EVALUASI KESERASIAN KERJA ANTAR ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT DARI *FRONT* PENAMBANGAN MENUJU *DUMP STATION* BATUBARA DI PT LEMATANG COAL LESTARI

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



FENI OKTRIANI

2022310073

Dosen Pembimbing:

**Ahmad Husni, S.T., M.T.
Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.**

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

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI KESERASIAN KERJA ANTAR ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGRUT DARI FRONT PENAMBANGAN MENUJU DUMP STATION BATUBARA DI PT LEMATANG COAL LESTARI

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

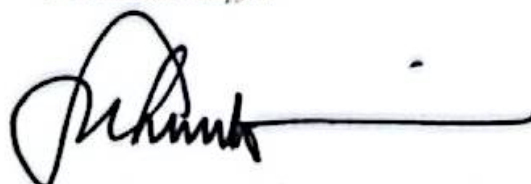
FENI OKTRIANI
2022310073

Pembimbing I



Alexand Heron, S.T., M.T.
NIDN. 0206106903

Prabumulih, 07 Agustus 2025
Pembimbing II



Subardiansan Gumsani, S.T., M.T.
NIDN. 0223027093

Kema Program Studi
Teknik Pertambangan



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218999302

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul " Evaluasi Kekeragaman Kerja antar Alat Gali Muat dan Alat Angkut dari *Front* Penambangan Menuju *Dump Station* Batabara di PT Lematang Coal Lestari" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada tanggal 07 Agustus 2025 , dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir.

Prabumulih, 07 Agustus 2025

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

Ketua :

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

Anggota :

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

2. Feni Ariantari, S.T., M.T.
NIDN. 0207047701

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



Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Feni Oktiani

NIM : 2022310073

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Evaluasi Keserasian Kerja antar Alat Gali Muat dan Alat Angkut dari
Front Penambangan Menuju *Dump Station* Batubara di PT Lematang
Coal Lestari

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam 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, 07 Agustus 2025
Yang bersangkutan,



Feni Oktiani

ABSTRAK

EVALUASI KESERASIAN KERJA ANTAR ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT DARI *FRONT* PENAMBANGAN MENUJU *DUMP STATION* BATUBARA DI PT LEMATANG COAL LESTARI

FENI OKTRIANI, 2022310073, 2025

xi + 54 Halaman, 11 Gambar, 21 Tabel, 4 Lampiran

Keseimbangan antara alat gali muat dan alat angkut merupakan kunci utama dalam mencapai target produksi penambangan secara efisien. Penelitian yang dilakukan di PT Lematang Coal Lestari bertujuan mengevaluasi *match factor* antara *excavator sany* Sy500h dan *dump truck tonly* Tl849 serta melihat hubungannya terhadap produktivitas dan efisiensi kerja. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebelum perbaikan, *match factor* sebesar 0,67 yang mengindikasikan ketidakseimbangan alat. Akibatnya, produktivitas alat gali muat 366,29 ton/jam, alat angkut 214,55 ton/jam, dengan efisiensi kerja 85%. Kondisi ini menyebabkan waktu tunggu yang tinggi dan efisiensi yang belum optimal. Setelah dilakukan perbaikan berupa penambahan jumlah *dump truck* dan menghilangkan hambatan, *match factor* meningkat menjadi $MF > 1,01$ sehingga produktivitas alat angkut meningkat menjadi 321,82 ton/jam. Peningkatan ini membuktikan bahwa optimalisasi jumlah alat angkut mampu mengurangi waktu tunggu, meningkatkan efisiensi, dan mendorong pencapaian target produksi.

Kata Kunci: *Match Factor*, Produktivitas Alat, Efisiensi Kerja, *Excavator*, *Dump Truck*.

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 Kesenjangan Kerja antar Alat Gali Muat dan Alat Angkut dari *Front* Penambangan Menuju *Dump Station* Batubara di PT Lematang Coal Lestari”

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 sekaligus sebagai pembimbing I
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan
4. Bapak Suhardiman Gumanti, S.T., M.T. sebagai pembimbing II
5. Bapak/Ibu tim penguji
6. Bapak dan Ibu Dosen Beserta Staf Administrasi Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak Ali Safta Aminur dan Ibu Nirmawana sebagai orang tua terbaik saya
8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan angkatan 2022.

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, 07 Agustus 2025

Feni Oktriani
2022310073

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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 Waktu Dan Lokasi Kegiatan Penelitian	2
1.6 Observasi Lapangan	3
1.7 Pengambilan Data	3
1.8 Bagan Alir Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN UMUM.....	5
2.1 Sejarah Perusahaan.....	5
2.2 Lokasi Kesampaian Daerah.....	7
2.3 Geologi.....	9
2.3.1 Regional.....	9
2.3.2 Stratigrafi	10
2.4 Organisasi dan Tenaga Kerja.....	11
2.5 Curah Hujan	12
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	14
3.1 Penambangan Batubara	14
3.2 <i>Stockpile</i>	14
3.3 Pemuatan (<i>Loading</i>)	16
3.4 Pengangkutan (<i>Hauling</i>).....	18

	Halaman
3.5 Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Produksi Alat Mekanis	18
3.6 Waktu Edar (Cycle Time).....	20
3.7 Faktor Keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut	21
3.8 Efisiensi Kerja.....	22
3.9 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut.....	23
3.10 <i>Fill Factor</i>	24
3.11 <i>Swell Factor</i>	24
BAB IV PEMBAHASAN	26
4.1 Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut	26
4.1.1 <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat Sany Sy500h dan Alat Angkut Tonly Tl849 .	26
4.1.2 Efisiensi Kerja.....	28
4.1.3 <i>Swell Factor</i>	30
4.1.4 <i>Fill Factor</i>	31
4.1.5 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Sebelum Perbaikan Kebutuhan Alat Angkut	32
4.2 Evaluasi <i>Match Factor</i> Alat Gali Muat dan Alat Angkut.....	33
4.2.1 Evaluasi <i>Match Factor</i>	34
4.2.2 Produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan Kebutuhan <i>Dump Truck</i>	36
BAB V PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Area <i>Front</i> Penambangan Batubara	6
Gambar 2.2 Peta Kesampaian Daerah	7
Gambar 2.3 Peta Wilayah IUP Operasi Produksi.....	8
Gambar 3.1 Kegiatan Penambangan	12
Gambar 3.2 Area <i>Dump Station</i>	13
Gambar 3.3 <i>Double Loading</i>	15
Gambar 3.4 <i>Top Loading</i>	15
Gambar 3.5 <i>Bottom Loading</i>	16
Gambar C.1 <i>Excavator Sany Sy500h</i>	52
Gambar C.2 <i>Dump Truck Tonly Tl849</i>	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data Curah Hujan April 2025	24
Tabel 4.1 Rata-Rata <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (Detik)	24
Tabel 4.2 Rata-Rata <i>Cycle Time</i> Alat Angkut (Menit)	25
Tabel 4.3 Waktu Kerja PT Lematang Coal Lestari.....	26
Tabel 4.4 Hambatan Kerja Aktual	27
Tabel 4.5 Perbaikan Watu Hambatan.....	28
Tabel A.1 <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (Detik).....	40
Tabel A.2 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Digging</i> (Detik)	41
Tabel A.3 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Swing Load</i> (Detik)	42
Tabel A.4 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Dumping</i> (Detik).....	42
Tabel A.5 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Swing Empty</i> (Detik).....	43
Tabel A.6 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat (Detik) .	44
Tabel B.1 <i>Cycle Time</i> Alat Angkut (Menit).....	45
Tabel B.2 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Manuver Loading</i> (Menit).....	46
Tabel B.3 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Loading</i> (Menit).....	47
Tabel B.4 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Hauling Isi</i> (Menit).....	47
Tabel B.5 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Manuver Dumping</i> (Menit).....	48
Tabel B.6 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Dumping</i> (Menit).....	49
Tabel B.7 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Hauling Kosong</i> (Menit).....	50
Tabel B.8 Parameter Distribusi Frekuensi <i>Cycle Time</i> Alat Angkut (Menit)	50
Tabel C.3 Data Untuk Perhitungan Produktivitas	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat	40
Lampiran B <i>Cycle Time</i> Alat Angkut	45
Lampiran C Spesifikasi Alat Mekanis	52
Lampiran D Data Aktual Perusahaan	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Sahlan (2023), batubara merupakan sumber energi yang paling besar dimanfaatkan setelah minyak bumi. Berdasarkan peringkat, negara Indonesia masuk pada peringkat empat sebagai produsen batubara internasional yang dirilis IEA (*Internasional Energy Agency*). Hal ini membuktikan dunia masih tidak lepas dari ketergantungan penggunaan batubara untuk kebutuhan sehari-hari. Hal ini akan berdampak pada batubara yang lama kelamaan akan habis akibat permintaan akan mineral dan batubara yang semakin meningkat.

Keserasian alat gali muat dan alat angkut pada *front* penambangan merupakan persamaan sistematis yang digunakan untuk menghitung Tingkat keselarasan kerja antar alat gali muat dengan alat angkut untuk setiap kondisi kegiatan pemuatan dan pengangkutan agar berjalan lancar. Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antar alat gali muat dan alat angkut, maka produksi alat gali muat harus sesuai produksi alat angkut. Hal ini dapat dicapai dengan penilaian terhadap cara kerja, jenis alat, kapasitas dan kemampuan alat baik alat muat maupun alat angkut (Natalia, 2021).

Keserasian antar alat gali muat dan alat angkut dapat diketahui apabila produktivitas alat gali muat dan alat angkut diketahui, karena *match factor* dapat mempengaruhi produktivitas alat. Semakin baik keserasian kerja maka produktivitas alat semakin membaik dalam memenuhi target produksi. Tetapi keserasian alat ini memiliki faktor berupa ketersediaan alat itu sendiri. Semakin tinggi produksi batubara maka alat gali muat dan alat angkut harus ditambah agar produksi batubara lebih optimal. Selain itu, keserasian kerja alat yang baik juga dipengaruhi oleh efisiensi kerja, jika efisiensi kerja buruk maka akan mengganggu produktivitas dan keserasian alat. Sehingga perlu dihilangkan hambatan yang tidak diperlukan.

Evaluasi keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut bertujuan untuk memperbaiki *match factor*, efisiensi kerja, dan produktivitas alat. Dimana pada data aktualnya belum terlalu mencapai target produksi perusahaan sehingga menjadi lebih optimal.

1.2 Batasan Masalah

Pada kegiatan penelitian ini, data yang akan diambil hanya data yang dibutuhkan dan berhubungan dengan kegiatan penelitian. Adapun batasan masalah yang dibuat oleh penulis adalah untuk evaluasi *match factor*, produktivitas alat dan efisiensi kerja.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui produktivitas alat gali-muat dan alat angkut dari *front* penambangan menuju *dump station* sebelum perbaikan kebutuhan jumlah alat *dump truck*
2. Mengevaluasi *match factor* alat gali-muat dan alat angkut dari front penambangan menuju *dump station*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat ini dikelompokkan menjadi dua manfaat, yaitu:

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini mampu menambah pengetahuan dan wawasan bagi penulis terutama mengenai cara menghitung produktivitas dan *match factor*

2. Manfaat praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, sehingga dapat mengatasi permasalahan mengenai cara menghitung produktivitas dan *match factor*

1.5 Waktu Dan Lokasi Kegiatan Penelitian

Pelaksanaan waktu penelitian ini adalah kurang lebih selama 1 bulan, yaitu mulai 09 April 2025 s/d 15 Mei 2025. Kegiatan penelitian ini dilakukan tepatnya di PT Lematang Coal Lestari dengan lokasi dusun 3, Gn. Raja, Kec. Rambang Niru, Kab. Muara Enim, Sumatera Selatan.

1.6 Observasi Lapangan

Kegiatan ini bertujuan observasi langsung ke lapangan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian Tugas Akhir. Data yang diamati saat dilapangan seperti keadaan daerah, kondisi kerja, kegiatan kerja dan data akan dilakukan pengelolaan.

1.7 Pengambilan Data

Pengambilan data dapat dilakukan setelah studi literatur dan obsevasi lapangan berupa data primer dan data sekunder. Data-data yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Data primer

Berikut data primer yang akan diambil :

- a. Data waktu edar alat gali muat *excavator Sany Sy500h*
- b. Data waktu edar alat angkut *dump Truck Tonly T1849*
- c. Jarak angkut

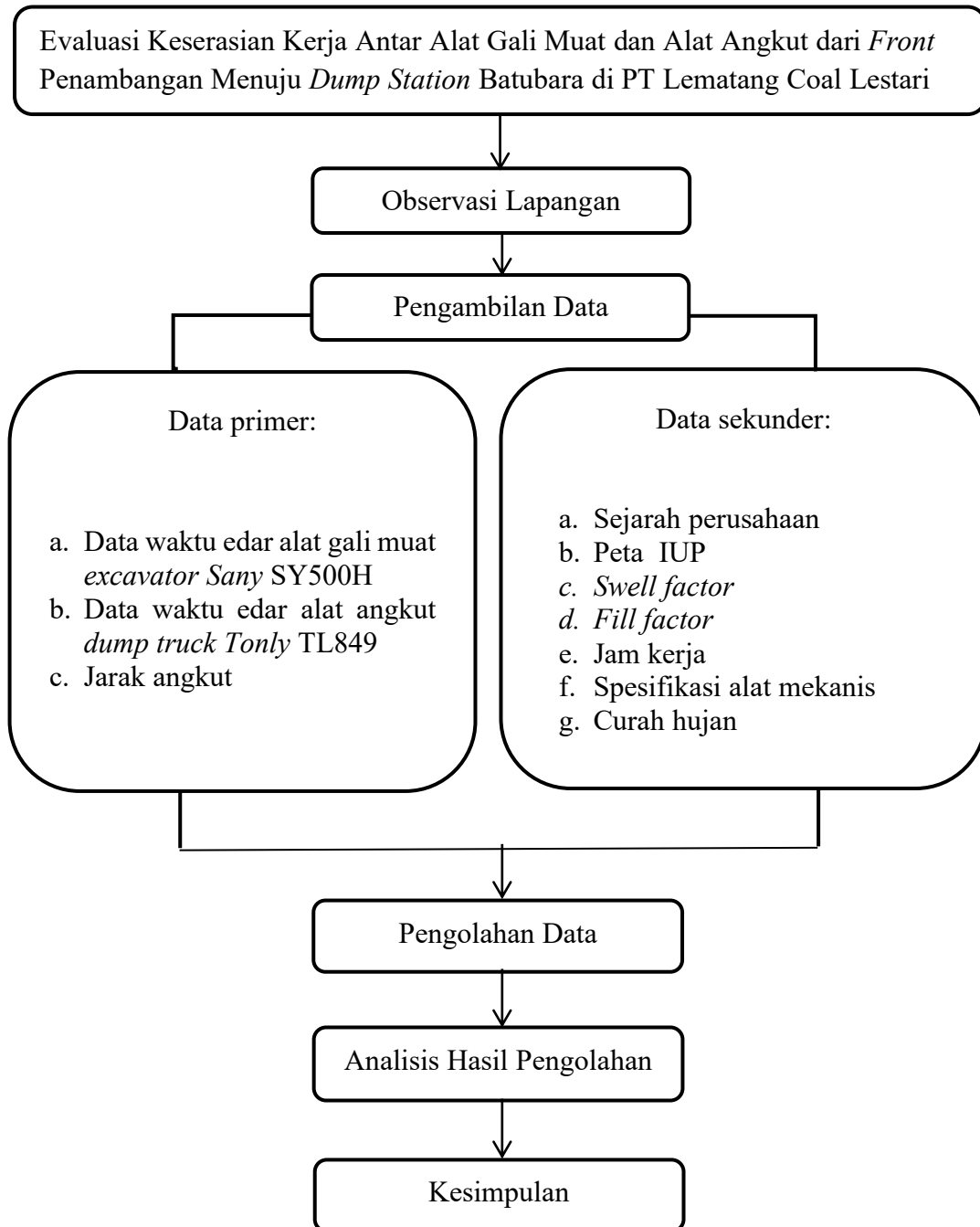
2. Data sekunder

berikut data sekunder yang dapat diperoleh:

- a. Sejarah perusahaan
- b. Peta IUP
- c. *Swell factor*
- d. *Fill factor*
- e. Jam kerja
- f. Spesifikasi alat mekanis
- g. Curah hujan

1.8 Bagan Alir Penelitian

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



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Sejarah Perusahaan

PT. LCL merupakan kontraktor yang memiliki tujuan sebagai pengelola usaha tambang batubara milik PT. MPC sebagai pemilik IUP. Perusahaan ini berdiri pada tahun 2009 tepatnya pada tanggal 26 agustus 2009 yang dipimpin oleh Nr. Liantian yi.

Perusahaan tambang batubara didirikan dengan tujuan utama untuk memasok batubara ke pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) kepemilikan PT. GHEMMI. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, perusahaan melakukan kegiatan penambangan yang dimulai dengan tahap eksplorasi untuk mengidentifikasi potensi batubara di daerah tersebut. Setelah tahap eksplorasi selesai, perusahaan melanjutkan ke tahap eksploitasi dengan melibatkan beberapa proses terutama *land clearing* hingga pengupasan tanah penutup (*overburden*) untuk mencapai lapisan batubara yang diinginkan.

Lokasi penambangan batubara ini berada di wilayah administrasi kecamatan ramang Niru, kabupaten muara enim, provinsi sumatera selatan. Area yang tercakup dalam kegiatan penambangan ini meliputi beberapa desa sekitar, seperti desa gunung raja, ramang dangku, sumber jaya, talang yadin, dan air limau. Dengan adanya kegiatan penambangan ini, perusahaan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik dan mendukung operasional PLTU GHEMMI secara berkelanjutan. Kegiatan ini tentunya harus dilakukan dengan memperhatikan aspek lingkungan dan regulasi yang berlaku untuk memastikan pengelolaan sumber daya alam yang bertanggung jawab.

Wilayah Kuasa Pertambangan (KP) eksplorasi batubara milik PT. MPC diperoleh berdasarkan Keputusan Bupati Muara Enim Nomor 309/KPTS/TAMBEN/2007 tanggal 23 Maret 2007 yang memberikan izin eksplorasi kepada perusahaan tersebut. Selanjutnya, izin ini diperbarui melalui Keputusan Bupati Muara Enim Nomor 654/KPTS/TAMBEN/2007 tanggal 25 Juni 2007 yang mengubah lampiran keputusan sebelumnya. Luas wilayah eksplorasi yang diberikan mencapai 4.443 hektar. Berdasarkan hasil interpretasi mengenai

sebaran batubara, tingkat kesulitan penambangan, dan tata guna lahan, diketahui bahwa bagian selatan wilayah eksplorasi ini mencakup area yang cukup kompleks. Di sana terdapat kegiatan perkebunan, ladang milik masyarakat, fasilitas produksi milik PT Pertamina, serta permukiman penduduk yang cukup padat. Adapun hak Kuasa Pertambangan (KP) tersebut saat ini dipegang oleh pemilik, yakni PT. MPC dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2.1. Area *Front* Penambangan Batubara

Perusahaan bertindak sebagai kontraktor utama dari PT. MPC dengan tanggung jawab utama untuk memenuhi kebutuhan pasokan batubara ke PLTU milik GHEMMI. Peran PT. LCL terbatas pada kegiatan operasional berupa pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) dan pengambilan batubara dari lokasi tambang.

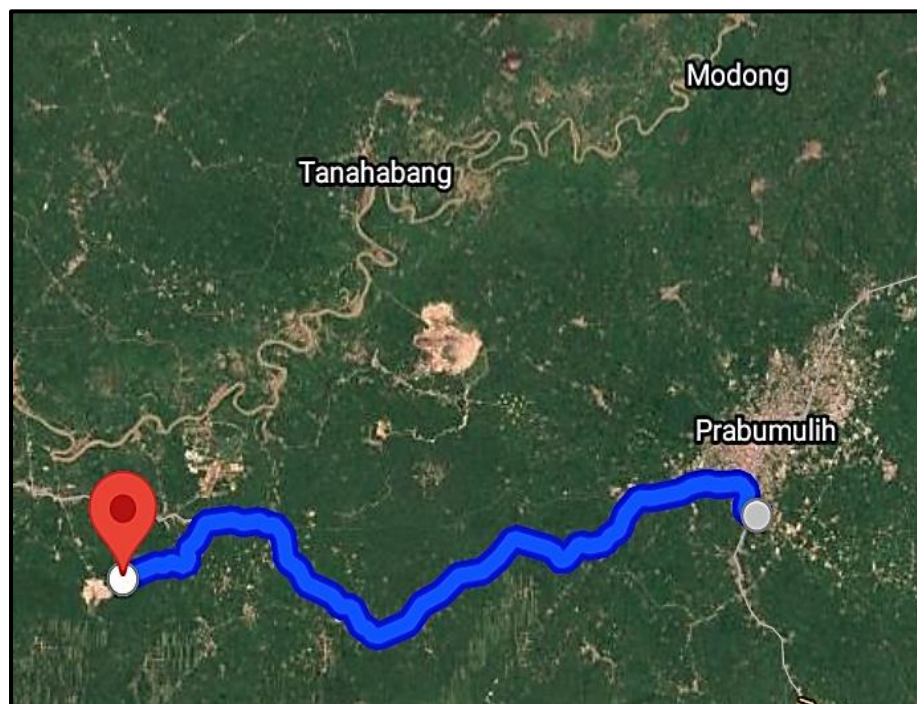
Cadangan batubara yang terdapat di wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) milik PT. MPC, khususnya di Blok Gunung Raja dan Blok Air Limau, diperkirakan mencapai 120.742.286 ton dalam kategori cadangan terunjuk, dan 242.268.195 ton dalam kategori cadangan tereka. Target produksi tahunan ditetapkan sebesar 2,1 juta ton dengan rasio pengupasan (*stripping ratio*) sebesar 1 banding 3 BCM.

Kualitas batubara di lokasi ini masih tergolong muda, dengan nilai kalor berbeda pada setiap lapisan: *seam* 1 memiliki nilai kalor sekitar 1000–2000 kcal

dan tidak ditambang karena kualitasnya terlalu rendah; *seam* 2 memiliki nilai 2100–3400 kcal, *seam* 3 berada di kisaran 3500–3400 kcal, sedangkan *seam* 4 memiliki nilai kalor tertinggi, yakni 4500–5000 kcal. Untuk meningkatkan mutu batubara, *seam* 2 dan 3 biasanya melalui proses pengolahan lanjutan. Menariknya, harga batubara dari perusahaan cenderung stabil dan tidak terpengaruh oleh fluktuasi harga batubara global.

2.2 Lokasi Kesampaian Daerah

Lokasi tambang batubara PT. LCL berada sekitar 130 kilometer di arah barat laut dari Kota Palembang. Secara administratif, tambang ini terletak di Desa Gunung Raja, Kecamatan Rambang Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Wilayah tambang berbatasan langsung dengan Kota Prabumulih. Dari Kota Prabumulih, jarak menuju lokasi tambang sekitar 50 kilometer ke arah barat, dan dapat ditempuh dalam waktu sekitar 45 menit hingga satu jam menggunakan kendaraan roda dua, dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut.



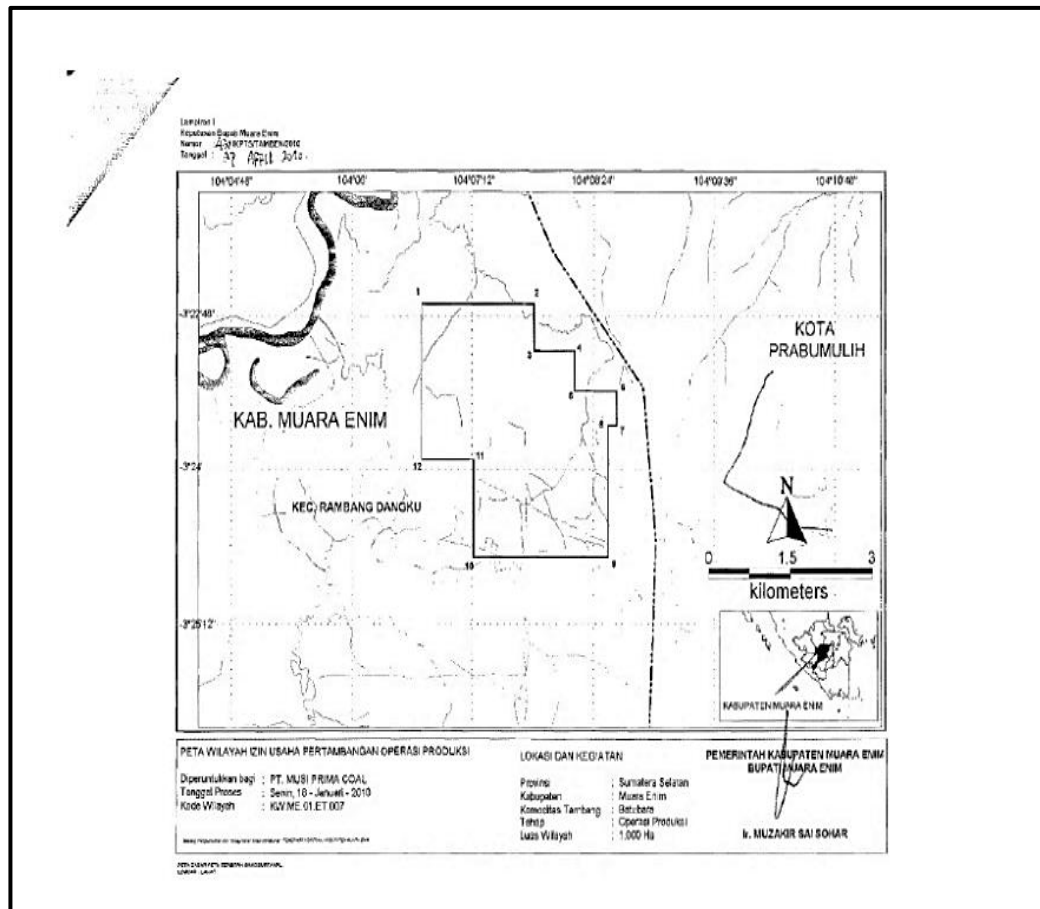
Sumber: Google Maps, 2025

Gambar 2.2 Lokasi Kesampaian Daerah

Perusahaan ini dapat ditempuh dengan tahap sebagai berikut:

1. Perjalanan udara dari Bandara Soekarno-Hatta di Jakarta menuju Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II di Sumatera Selatan memakan waktu sekitar satu jam.
2. Dari Palembang ke Prabumulih, perjalanan darat dengan mobil membutuhkan waktu sekitar dua jam.
3. Waktu tempuh dari Kota Prabumulih ke Desa III Gunung Raja dengan sepeda motor adalah sekitar satu jam.
4. Dari Desa Gunung Raja ke lokasi tambang, jarak yang harus ditempuh dengan sepeda motor adalah sekitar 2 hingga 3 kilometer.

PT. LCL memiliki wilayah pertambangan yang secara geografis terletak antara $2^{\circ}50'60''$ hingga $3^{\circ}40'60''$ lintang selatan, dan antara $103^{\circ}30'60''$ sampai $104^{\circ}30'00''$ bujur timur. Area tambang ini termasuk dalam kawasan dataran rendah yang pada awalnya merupakan daerah rawa-rawa serta dataran terbuka. Secara tofografis, bentang alamnya relatif datar, dengan ketinggian yang bervariasi antara 10 sampai 30 meter di atas permukaan laut. Titik tertinggi di Kawasan ini hanya mencapai 30 meter, sedangkan titik terendah sekitar 10 meter. Karakteristik ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki kontur lahan yang landai dan cenderung stabil secara geologi, dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut.



Sumber: PJO, 2025

Gambar 2.3 Peta Wilayah IUP Operasi Produksi

2.3 Geologi

Geologi daerah peneltian dapat diketahui berdasarkan geologi regional dan stratigrafi sebagai berikut:

2.3.1 Regional

Wilayah penyelidikan secara regional terletak dalam Subcekungan Palembang, yang merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Selatan yang terbentuk pada zaman Tersier. Cekungan ini diisi oleh batuan sedimen yang mengalami pelipatan dengan arah umum Barat Laut ke Tenggara. Di area ini, terdapat enam lapisan batubara yang terbuka di permukaan, mulai dari lapisan termuda hingga yang tertua. Geologi daerah ini menunjukkan keberagaman formasi batuan, antara lain:

1. Formasi Muara Enim

Formasi ini menjadi penanda keberadaan batubara dan didominasi oleh batu lempung, batu lanau, serta batu pasir. Di wilayah ini, batu pasir merupakan komponen yang paling menonjol dari formasi tersebut.

2. Formasi Kasai

Formasi ini terdiri atas tufa, tufa pasiran, dan batupasir tufaan yang mengandung batu apung. Bagian bawah formasi didominasi oleh batupasir tufaan berbutir sedang hingga kasar, dengan bentuk butir yang membulat hingga agak menyudut. Fragmen penyusunnya meliputi kuarsa, batuan sedimen, batuan beku, dan batuan malihan atau batuan yang telah mengalami proses metamorfosis.

3. Formasi Gumai

Terdiri atas batupasir dan batulempung yang menyusun formasi ini secara keseluruhan di area tersebut. Pelapisan batuan di lokasi ini menunjukkan pola berseling dengan ketebalan bervariasi antara 20 hingga 80 cm. Namun, ditemukan juga lapisan batulempung yang cukup tebal dengan ketebalan mencapai 3 hingga 10 meter. Batupasir di area ini berwarna abu-abu kehijauan, mengandung mineral glaukonit, dan kadang-kadang terdapat serpihan batubara. Karena kondisi batuan yang lunak, proses penambangan dapat dilakukan langsung menggunakan *excavator* tanpa perlu peledakan.

4. Formasi Air Benakat

Formasi ini merupakan salah satu unit batuan tertua yang dijumpai di daerah Kecamatan Talang Ubi dan Muara Langkitan, yang diperkirakan berumur dari Miosen Tengah hingga Miosen Atas. Persebaran formasi ini berada di sebelah timur wilayah Kota Prabumulih.

2.3.2 Stratigrafi

Di antara lapisan batubara di wilayah tambang perusahaan, terdapat batuan yang dikenal sebagai lapisan antara (*interburden*). Total ketebalan stratigrafi di lokasi ini mencapai kurang lebih 60 meter. Susunan stratigrafi batuan di area ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Lapisan Penutup (*Overburden*)

Lapisan ini memiliki ketebalan sekitar 4 hingga 8 meter dan terdiri dari berbagai jenis material seperti tanah humus, tanah pelapukan, batu lempung, pasir, serta endapan lumpur.

2. Lapisan Batubara *Seam 1*

Pada lapisan ini, materialnya masih berupa serat-serat kayu damar atau getah yang belum sepenuhnya berubah menjadi batubara. Ketebalannya bervariasi antara 50 cm hingga 1 meter. Karena kualitasnya rendah dengan nilai kalor hanya sekitar 1000–2000 Kkal, serta sifatnya yang belum matang, lapisan ini dikategorikan sebagai material pengotor dan dianggap sebagai bagian dari *overburden*.

3. Lapisan *Interburden* antara *Seam 1* dan *Seam 2*

Lapisan yang memisahkan *seam 1* dan *seam 2* terdiri dari batu lempung (*clay*) dengan ketebalan antara 2 hingga 4 meter. Lapisan ini tidak mengandung batubara dan dianggap sebagai lapisan pengotor.

4. Lapisan Batubara *Seam 2*

Lapisan ini memiliki ketebalan sekitar 80 cm dan merupakan salah satu sumber batubara utama di daerah ini.

5. Lapisan *Interburden* antara *Seam 2* dan *Seam 3*

Lapisan yang berada di antara *seam 2* dan *seam 3* juga berupa batu lempung, dengan ketebalan berkisar antara 10 hingga 20 meter. Lapisan ini berfungsi sebagai pemisah alami antar *seam* batubara.

2.4 Organisasi dan Tenaga Kerja

Untuk memastikan aktivitas penambangan batubara di PT. LCL berjalan lancar, telah dirancang sistem kerja yang terstruktur berdasarkan tanggung jawab masing-masing bagian. Struktur organisasi dibentuk secara efisien agar proses penambangan, baik dari sisi teknis maupun non-teknis, dapat dilakukan secara optimal. Model organisasi yang digunakan bersifat fungsional, di mana setiap aktivitas pertambangan dikelompokkan berdasarkan fungsi tertentu namun tetap terintegrasi dalam satu sistem kerja yang saling mendukung. Model ini sangat sesuai dengan kegiatan tambang karena memungkinkan pengawasan dilakukan secara lebih maksimal.

Struktur organisasi di PT. LCL dipimpin oleh seorang CEO yang membawahi General Manager. Di bawah General Manager terdapat beberapa divisi utama seperti teknik (*engineering*), produksi, sumber daya manusia dan umum (HRD/GA), serta keuangan (*finance*). Setiap kepala divisi dibantu oleh staf-staf profesional yang memiliki keahlian sesuai dengan bidangnya masing-masing, guna mendukung kelancaran operasional.

Kebutuhan tenaga kerja di tambang bersifat fleksibel, menyesuaikan dengan perkembangan kegiatan penambangan yang sedang berlangsung. Data jumlah tenaga kerja yang dicatat adalah mereka yang terlibat langsung dalam kegiatan operasional tambang, tidak termasuk konsultan atau tenaga ahli yang hanya ditugaskan untuk proyek-proyek tertentu secara temporer. Hingga bulan Agustus 2021, jumlah karyawan tercatat sebanyak 665 orang, terdiri atas 604 karyawan tetap dan sisanya adalah karyawan kontrak. training kontrak 21 orang, dan karyawan harian 40 orang, jumlah ini akan terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan dari pertambangan ini sendiri.

2.5 Curah Hujan

Daerah tempat penelitian memiliki 2 musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan terjadi dari bulan Maret hingga Mei 2025. Proses penelitian dilakukan pada bulan April 2025 berikut ini adalah curah hujan pada bulan April dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Data Curah Hujan April 2025

Tanggal Pengamatan	Curah hujan (mm)	Jam hujan (jam)	Frekuensi hujan (kali)
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1,00	1,00
3	1,50	0,30	1,00
4	4,50	20,42	3,00
5	0,00	0,00	0,00
6	1,50	1,00	1,00
7	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00
9	0,17	0,10	1,00
10	0,42	0,10	1,00
11	1,50	1,15	1,00
12	5,58	1,00	1,00
13	3,00	5,55	2,00
14	0,25	0,15	1,00
15	5,92	6,00	1,00
16	1,50	1,00	1,00
17	0,50	4,00	1,00
18	0,83	7,50	1,00
19	1,00	2,45	2,00
20	0,08	0,30	1,00
21	0,00	0,00	0,00
22	5,58	7,25	2,00
23	0,25	0,15	1,00
24	5,50	9,40	2,00
25	0,17	3,20	1,00
26	0,17	0,10	1,00
27	34,50	1,15	2,00
Jumlah	74,92	73,27	29,00
Rata-rata	3,41	3,33	1,32
Max	34,50	20,42	3,00
Min	0,00	0,00	0,00

Sumber: PT. LCL PJO, 2025

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Penambangan Batubara

Menurut Sahlan (2023), penambangan merupakan kegiatan penggalian bahan tambang, yang akan diolah dan dipasarkan. Beberapa tahapan dari penambangan pada umumnya meliputi pembongkaran/penggalian, pemuatan kedalam alat angkut dan pengangkutan ke fasilitas pengolahan maupun langsung dipasarkan apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pada kegiatan penambangan dibutuhkan lahan yang luas dan membutuhkan alat-alat mekanis untuk keperluan produksinya.

Kondisi lapangan, medan kerja, dan keserasian alat yang digunakan sangat mempengaruhi kemampuan produksi alat gali-muat dan alat angkut sehingga akan mengakibatkan peralatan mekanis sulit untuk dapat beroperasi secara maksimal. Pemuatan dan pengangkutan pada kegiatan penambangan bertujuan untuk memindahkan material hasil galian ke tempat pengolahan (Sahlan, 2023). Dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Sumber: Aprianto, 2015

Gambar 3.1 Kegiatan Penambangan

3.2 *Stockpile*

Stockpile merupakan tempat penumpukan sementara sebelum dilakukan pengiriman. Setiap Perusahaan pertambangan batubara sebaiknya memiliki area

penampungan batubara tersebut untuk menunjang produksi yang dimana kegiatan pada area *stockpile* dimulai dari *dumping* oleh *dump truck* ataupun curahan dari *conveyor*. Pada umumnya letak *stockpile* harus strategis hingga mudah didistribusikan, misalnya dekat dengan *front* penambangan dan dekat Pelabuhan (Sahlan, 2023).

Kegiatan di Lokasi *stockpile* bertujuan agar menjaga kualitas batubara yang telah ditambang serta mampu mendukung rencana produksi Batubara. Desain dan sistem manajemen timbunan Batubara pada *stockpile* harus dilaksanakan dengan baik. Agar tidak menurunkan kualitas Batubara maka diperlukan pengkajian terhadap rancangan desain area *stockpile* dan manajemen penimpunan agar tidak menyebabkan terbakar.

Perusahaan ini tidak memiliki area *stockpile*. sehingga, hasil penggalian batubara langsung diangkut menuju *dump station* yang nantinya batubara tersebut bergerak melewati *conveyor* untuk memproses bahan galian menjadi pembangkit listrik tenaga uap. Fungsi *dump station* di PLTU PT.GHEMMI juga hampir sama dengan *stockpile* sebagai tempat penampungan sementara batubara sebelum digunakan sebagai bahan bakar. Selain itu, juga sebagai tempat menghancurkan ukuran batubara menjadi fragmen yang lebih kecil. Dengan demikian, *dump station* batubara memainkan peran yang penting untuk memastikan pasokan batubara yang stabil dan berkualitas untuk operasional PLTU yang berkelanjutan.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3.2 Area *Dump Station*

3.3 Pemuatan (*Loading*)

Pemuatan merupakan proses penumpahan material oleh alat gali-muat kedalam bak alat angkut sesuai dengan kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut. Dengan memposisikan alat muat berada lebih tinggi dari kedudukan dari alat angkut. Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi maka pola pemuatan merupakan salah satu yang mempengaruhi waktu edar alat. Pola pemuatan umumnya tergantung kondisi dari lapangan.

Menurut Sudrajat et al (2019), pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang di ditunjukkan oleh alat gali-muat dan alat angkut, diantaranya:

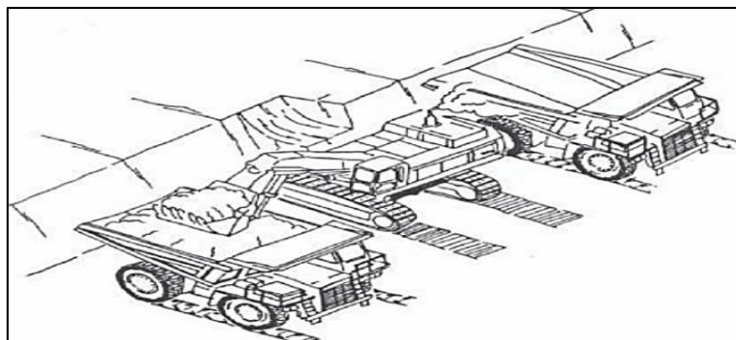
1. Pola pemuatan dilihat dari jumlah penempatan posisi alat gali-muat dan alat angkut untuk diumati terhadap posisi alat gali-muat.

- a. *Single loading*

Alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada suatu tempat, sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh oleh alat gali-muat dan kemudian setelah alat angkut pertama berangkat maka alat angkut kedua memposisikan diri untuk dimuati sedangkan alat angkut ketiganya menunggu, dan seterusnya.

- b. *Double loading*

Alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada suatu tempat. Kemudian alat gali muat mengisi salha satu alat angkut sampai penuh setelah itu mengisi alat angkut kedua yang sudah memposisikan diri disisi lain smantara alat angkut kedua diisi penuh, alat angkut ketiga memposisikan diri ditempat yang sama dengan alat angkut pertama dan seterusnya.



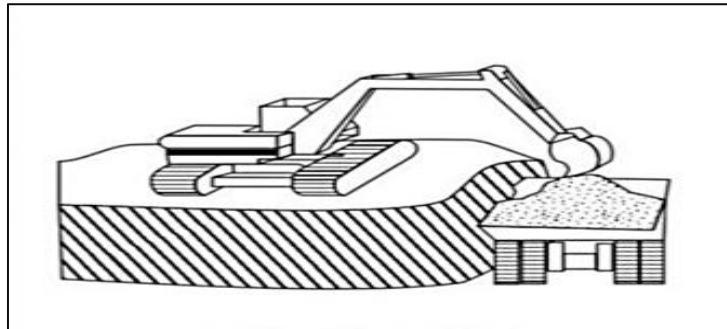
Sumber: Royani (2023)

Gambar 3.4 *Double Loading*

2. Pola pemuatan yang didasarkan pada keadaan alat gali-muat yang berada diatas atau dibawah jenjang.

a. Top loading

Alat gali muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya lebih tinggi dari bak truk alat angkut (posisi alat gali muat berada diatas tumpukkan material atau berada diatas jenjang yang lebih tinggi). Cara ini hanya dipakai pada alat muat *backhoe*. Selain itu operator lebih leluasa untuk melihat bak dan menempatkan material.

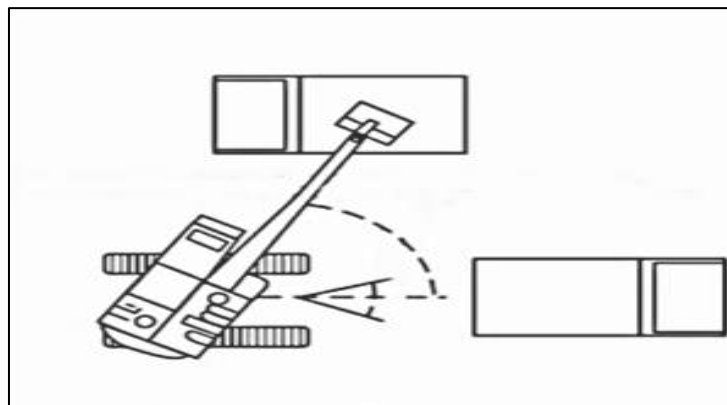


Sumber: Budiman (2023)

Gambar 3.5 *Top Loading*

b. Bottom Loading

Alat gali muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya dijenjang yang sama dengan memposisikan alat angkut (posisi alat gali muat dan alat angkut sama rata) Cara ini dipakai pada alat muat *power shovel*.



Sumber: Budiman (2023)

Gambar 3.6 *Bottom Loading*

3.4 Pengangkutan (*Hauling*)

Pengangkutan (*Hauling*) merupakan serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk mengangkut bahan galian atau Batubara dari tempat penambangan menuju ke *stockpile* (Sahlan, 2023).

1. Siklus Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Menurut Almeida et al (2012), 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 backhoe*)

Waktu siklus backhoe 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*)

3.5 Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Produksi Alat Mekanis

Menurut Oemiati et al (2020), faktor-faktor yang mempengaruhi Produksi alat muat dan alat angkut adalah sebagai berikut:

1. Sifat Fisik Material

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

Pemilihan alat-alat mekanis untuk transportasi sangat ditentukan oleh jarak yang dilalui. Fungsi jalan adalah untuk menunjang operasi tambang terutama dalam kegiatan pengangkutan. Bila kondisi jalan baik (tidak adanya umbulasi pada jalan angkut), maka waktu siklus menjadi kecil.

3. 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.

4. Kemampuan Operator

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

5. Pengaruh Cuaca

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

6. 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.

3.6 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Menurut Almeida et al (2012), Waktu edar merupakan waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan. Lamanya waktu edar dari alat-alat mekanis akan berbeda antara material yang satu dengan material yang lainnya. Hal ini tergantung dari jenis alat dan jenis serta sifat dari material yang ditangani.

1. Waktu Edar Alat Gali Muat (CT_m)
2. Merupakan penjumlahan dari waktu penggalian muatan, waktu ayunan bermuatan, waktu untuk menumpahkan muatan, dan waktu ayunan kosong (Almeida et al, 2012). waktu edar alat gali muat dapat dilihat dengan Persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$CT_m = 1m + 2m + 3m + 4m \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

CT_m = Total waktu edar alat gali muat (menit)

1m = Waktu untuk penggalian muatan (menit)

2m = Waktu ayunan bermuatan (menit)

3m = Waktu untuk menumpahkan muatan (menit)

4m = Waktu ayunan kosong (menit)

3. Waktu Edar Alat Angkut (CT_a)

Merupakan penjumlahan dari waktu mengatur posisi untuk siap dimuat, waktu menunggu untuk dimuat, waktu pengisian muatan, waktu mengangkat muatan, waktu mengambil posisi untuk penumpahan muatan, waktu menumpahkan muatan, waktu kembali kosong (Almeida et al, 2012), waktu edar alat angkut dapat dilihat dengan Persamaan 3.2 sebagai berikut:

$$CT_a = 1a + 2a + 3a + 4a + 5a + 6a \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

CT_a = Total waktu edar alat angkut (menit)

1a = Waktu mengatur posisi untuk dimuat (menit)

- 2a = Waktu di isi muatan (menit)
- 3a = Waktu mengangkut muatan (menit)
- 4a = Waktu mengatur posisi untuk *dumping* (menit)
- 5a = Waktu menumpahkan muatan (menit)
- 6a = Waktu kembali kosong (menit)

waktu edar yang diperoleh setiap unit alat mekanis berbeda, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Kekompakan material

Material yang kompak akan lebih sukar untuk di galih atau dikupas oleh alat mekanis hal ini akan berpengaruh pada lamanya waktu edar alat mekanis, sehingga dapat menurunkan produksi alat mekanis.

2. Pola pemuatan

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi maka pola pemuatan juga mempengaruhi waktu edar alat.

3.7 Faktor Kesperasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Faktor keserasian biasanya digunakan untuk mengetahui jumlah *dump truck* yang sesuai (serasi) untuk melayani satu unit *excavator*. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menghitung keserasian *excavator* dan *dump truck* jumlah *excavator* dan alat angkut yang dipakai, waktu siklus (*cycle time*) dari *excavator* (Ladianto et al, 2019). Untuk melihat nilai keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan Persamaan 3.3 sebagai berikut:

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{Nm \times CTa} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

MF = Faktor keserasian

Nm = Jumlah alat gali muat (unit)

CTm = Waktu edar alat gali muat (menit)

CTa = Waktu edar alat angkut (menit)

Na = Jumlah alat angkut (unit)

n = Pengisian

Adapun cara menilai faktor keserasian alat gali muat dan alat angkut sebagai berikut :

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

3.8 Efisiensi Kerja

Waktu kerja efektif adalah dimana waktu kerja operator dan alat benar-benar beroperasi atau berproduksi. Waktu kerja efektif ini adalah hasil dari waktu kerja tersedia yang telah dikurangi oleh waktu hambatan terdiri dari waktu hambatan dapat dihindari dan waktu hambatan yang tidak dapat dihindari. Waktu kerja efektif berpengaruh terhadap efisiensi kerja alat.

Menurut Pohan et al (2017), efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Untuk mengetahui efisiensi kerja dapat dilihat pada Persamaan 3.4 sebagai berikut:

$$Ef = \frac{We}{Wt} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

Ef = Efisiensi kerja (%)

We = Waktu kerja efektif

Wt = Waktu kerja tersedia

3.9 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Menurut Sahlan (2023), untuk mengetahui hasil produktivitas alat gali muat dan alat angkut, dapat dilihat dari hasil produksi *actual* dan perbandingan produksi nyata dengan produksi teoritis. Produksi *actual* merupakan perencanaan pencapaian suatu produk yang telah ditargetkan perusahaan. Sedangkan hasil perbandingan produksi nyata dengan teoritis menggambarkan keadaan suatu perusahaan telah mencapai perencanaan produksi yang telah direncanakan sebelumnya.

Satuan yang digunakan dalam perhitungan produktivitas alat adalah ton/jam atau BCM/jam. Masing- masing alat berat pada umumnya memiliki produktivitas yang berbeda-beda karena memiliki spesifikasi yang berbeda. Namun secara umum produktivitas alat terbagi menjadi dua (Rahman, 2022). Cara mengetahui produktivitas alat dapat dihitung sebagai berikut:

1. Produktivitas Alat Gali – Muat

Produktivitas alat gali muat dihitung menggunakan Persamaan 3.5 sebagai berikut:

$$Q = Kb \times Ff \times \frac{3600}{CTm} \times Ek \times Sf \times \text{Density material} \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

Q = produktivitas alat gali muat

Kb = Kapasitas *bucket* (m³)

Ek = Efisiensi kerja

CTm = *Cycle Time* alat gali muat

Ff = *Fill factor* (%)

Sf = *Swell factor* (%)

2. Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkuta dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.6 sebagai berikut:

$$Q = \frac{3600}{CTa} \times Kv \times Ff \times Ek \times Sf \times \text{Density material} \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat angkut

Kv = Kapasitas *vessel* (m³)

Ek = Efisiensi Kerja

CTa = *Cycle Time* alat angkut

Ff = *Fill Factor* (%)

Sf = *Swell Factor* (%)

3.10 *Fill Factor*

Menurut Deto (2023), *fill factor* merupakan perbandingan antara kapasitas nyata alat dengan kapasitas baku alat yang dinyatakan dalam bentuk persen (%).

Fill factor dinyatakan dalam Persamaan 3.7 sebagai berikut:

$$Ff = \frac{V_n}{V_b} \times 100\% \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan:

Ff = *Fill factor* atau faktor pengisian (%)

Vn = kapasitas nyata alat (m³)

Vb = kapasitas baku alat (m³)

3.11 *Swell Factor*

Tanah maupun massa batuan yang ada di alam ini telah terkonsolidasi dengan baik, atau bisa diartikan bagian-bagian kosong yang terisi udara (*voids*). Diantara butirannya sangat sedikit, namun demikian jika material tersebut digali di tempat aslinya maka akan terjadinya pengembangan volume atau *loose* (Deto, 2023).

Menurut Deto (2023), faktor pengembangan dan pemuaian volume harus diketahui, karena pada waktu penggalian material volume yang diperhitungkan yaitu volume dalam kondisi *bank yard*, dimana volume aslinya seperti di alam. Akan tetapi pada waktu perhitungan pengangkutan material, volume yang digunakan adalah volume material setelah digali. Jadi material telah mengembang

sehingga volumenya bertambah besar. *Swell factor* dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 3.8 sebagai berikut:

$$Swell\ factor = \frac{V\ loose}{V\ insitu} \times 100\% \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

$V\ loose$ = volume material mengembang

$V\ insitu$ = volume material keadaan asli

BAB IV

PEMBAHASAN

Kegiatan pengangkutan batubara dalam memenuhi target produksi tentu membutuhkan keserasian kerja antar alat mekanis yang sinkron, hal ini karena keserasian kerja alat dapat mempengaruhi produktivitas alat. Selain itu, hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindari dan yang dapat dihindari juga dapat mempengaruhi jalannya suatu kegiatan di *front* kerja. Jika suatu alat mekanis memiliki nilai *match factor* berkisar di angka antara angka 1 ataupun mendekati angka 1 maka antara alat gali muat dan alat angkut termasuk sinkron atau seimbang walaupun ada waktu tunggu tidak lama, dikatakan sinkron apabila tidak ada alat yang menunggu, contohnya seperti *dump truck* menunggu untuk pengisian berikutnya karena *bucket excavator* yang terlalu kecil dari ukuran kapasitas *vessel dump truck* sehingga terjadi antrian alat angkut. Bisa juga jarak terlalu jauh dan jumlah *dump truck* tidak sesuai sehingga *excavator* menunggu. Tetapi dalam lingkup kegiatan di lapangan terkhususnya kegiatan pengangkutan batubara tentu untuk mencapai *match factor* nilai 1 tidak mudah bahkan jarang terjadi. Oleh karena itu, di perlukan upaya perbaikan keserasian kerja, produktivitas alat, efisiensi kerja agar lebih optimal.

4.1 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Produktivitas alat gali muat dan alat angkut, pada umumnya dipengaruhi oleh *cycle time*, efisiensi kerja dan *match factor* serta faktor hambatan yang dapat terjadi. sebelum melakukan perhitungan produktivitas alat maka *cycle time* harus diketahui terlebih dahulu. Berikut data rata-rata *cycle time* alat gali muat dan alat angkut. Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat dan alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2 sebagai berikut.

4.1.1 Cycle Time Alat Gali Muat Sany Sy500h dan Alat Angkut Tonly Tl849

Waktu edar alat gali muat dan alat angkut dapat mempengaruhi produktivitas karena *cycle time* yang semakin singkat waktu yang digunakan maka produktivitas akan semakin bagus dan efisien dalam memenuhi target produksi.

1. *Cycle Time* Alat Gali Muat

Cycle time alat gali muat adalah waktu dimana dilakukan kegiatan dalam 1 siklus dimulai dari waktu *digging*, *swing load*, *dumping*, dan *swing empty*. Hasil perhitungan distribusi frekuensi rata-rata *cycle time* alat gali muat dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Rata-Rata *Cycle Time* Alat Gali Muat (detik)

No	Siklus	Waktu (detik)
1	<i>Digging</i>	5,86
2	<i>Swing load</i>	4,14
3	<i>Dumping</i>	4,61
4	<i>Swing empty</i>	3,39
5	<i>Cycle time</i>	17,89

Sumber: Penulis, 2025

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata waktu edar alat gali muat yaitu berkisar 17,89 (detik). Untuk lebih lengkapnya perhitungan parameter distribusi frekuensi *cycle time* alat gali muat dapat dilihat pada Lampiran A.

2. *Cycle time* alat angkut

Waktu edar pada alat angkut memiliki 6 kegiatan dalam 1 siklus dimana siklus ini dimulai dari waktu *manuver loading*, *hauling isi*, *manuver dumping*, *dumping*, *hauling kosong*. Hasil perhitungan distribusi frekuensi *cycle time* alat angkut dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2. Rata-Rata *Cycle Time* Alat Angkut (Menit)

No	Siklus	Waktu (Menit)
1	<i>Manuver loading</i>	0,29
2	<i>loading</i>	1,22
3	<i>Hauling isi</i>	7,01
4	<i>Manuver dumping</i>	0,25
5	<i>Dumping</i>	0,30
6	<i>Hauling kosong</i>	6,90
7	<i>Cycle time</i>	15,97

Sumber: Penulis, 2025

Tabel 4.2 menunjukkan rata-rata waktu edar alat angkut berkisar 15,97 menit atau 958,20 detik. lebih lengkapnya distribusi frekuensi *cycle time* alat angkut dapat dilihat pada Lampiran B.

Rata-rata *cycle time* alat angkut menjadi 15,97 menit terjadi akibat adanya tanjakan di jalan angkut menuju *dump station*. Secara umum, *cycle time* alat angkut selama 15,97 menit untuk jarak 1,4 km dengan kondisi jalan menanjak dan jalan angkut yang tidak rusak, sudah dianggap efisien. Namun ada beberapa pada lampiran B.1 waktu *hauling* isi dan *hauling* kosong terdapat waktu dimana terkadang *hauling* kosong lebih lama dibanding *hauling* isi, hal ini disebabkan oleh pada saat *hauling* kosong kondisi jalan menurun ditambah lagi *vessel* yang kosong dan jalan masih licin setelah hujan berhenti. Sehingga banyak operator lebih berhati-hati saat kembali ke *loading point* serta menurunkan kecepatan agar *dump truck* tetap stabil saat menuruni tanjakan. Jika ada waktu dimana *hauling* kosong lebih cepat itu karena kondisi jalan kering dan sudah dilakukan perataan oleh *motor grader*.

4.1.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja berfungsi sebagai untuk mengetahui seberapa efisien waktu yang tersedia untuk benar-benar melakukan kegiatan atau beroperasi di *front* kerja. Waktu kerja yang efektif didapat dari waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurang waktu hambatan.

4.1.2.1 Efisiensi Kerja Aktual

Waktu efektif dan efisiensi kerja aktual dapat dilihat perhitungan dibawah ini, berikut hasil dari waktu efektif dan efisiensi kerja aktual tersebut.

Tabel 4.3. Waktu Kerja Di PT. LCL

<i>Shift</i> kerja	Jadwal	Waktu (jam)	Uraian
<i>Shift</i> 1	07.00 – 1200	5	Waktu kerja
	12.00 – 13.00	1	Waktu istirahat
	13.00 – 15.00	2	Waktu kerja
Total		7	

<i>Shift</i> kerja	Jadwal	Waktu (jam)	Uraian
<i>Shift 2</i>	15.00 – 18.00	3	Waktu kerja
	18.00 – 19.00	1	Waktu istirahat
	19.00 – 23.00	4	Waktu kerja
Total		7	
<i>Shift 3</i>	23.00 – 04.00	5	Waktu kerja
	04.00 – 05.00	1	Waktu istirahat
	05.00 – 07.00	2	Waktu kerja
Total		7	
<i>Shift 1 Kerja Pada Hari Jumat</i>			
<i>Shift 1</i>	07.00 – 11.00	4	Waktu kerja
	11.00 – 13.00	2	Waktu istirahat
	13.00 – 15.00	2	Waktu kerja
Total		6	

Sumber: PT. LCL PJO, 2025

Khusus hari jumat, untuk istirahat siang dimulai dari jam 11.00-13.00 WIB sehingga jam untuk kerja berkurang menjadi 20 jam pengurangan terjadi pada *shift* 1 berikut adalah perhitungan waktu yang tersedia untuk bekerja.
Rata-rata waktu kerja efektif harian menjadi:

$$\begin{aligned}
 \text{Jam kerja harian} &= \frac{(21 \text{ jam} \times 6 \text{ hari/minggu}) + (20 \text{ jam} \times 1 \text{ hari/minggu})}{7 \text{ hari/minggu}} \\
 &= \frac{126 \text{ jam /minggu} + 20 \text{ jam /minggu}}{7 \text{ hari /minggu}} \\
 &= 20,86 \text{ jam} \\
 &= 1.251,6 \text{ menit/hari}
 \end{aligned}$$

4.1.2.2 Waktu Efektif Aktual

Waktu efektif merupakan waktu yang digunakan untuk bekerja dimana waktu tersedia dikurangi waktu hambatan yang dapat dihindari dan yang tidak dapat dihindari. Hambatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan perhitung waktu efektif dapat dilihat sebagai berikut:

Table 4.4. Hambatan Kerja Aktual

Hambatan	Kriteria	Aktual/1 <i>Shift</i> (menit)
Hambatan yang dapat dihindari	Terlambat kerja	5
	Pengisian bahan bakar	20
	Pemeriksaan alat harian (P2H)	15
	Total A	40
Hambatan yang tidak dapat dihindari	Hujan	60
	Perbaikan front	15
	Total B	60 + 15
Total keseluruhan (Total A + Total B)		40 + 15 = 55 + 60 total B = 120

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja efektif} &= 1.251,6 - (40 \text{ Total keseluruhan} \times 3 \text{ shift}) \\
 &= 1.251,6 - (180 \text{ Hasil Total keseluruhan} + 60 \text{ Total B}) \\
 &= 1.251,6 - 245 \\
 &= 1.071,6 \text{ menit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Kerja} &= \frac{\text{waktu kerja efektif}}{\text{waktu kerja tersedia}} \times 100\% \\
 &= \frac{1.071,6}{1251,6} \times 100\% \\
 &= 85\% \text{ /hari}
 \end{aligned}$$

Analisis ini menunjukkan bahwa dalam satu hari bekerja, waktu efektifnya adalah 1.071,6 menit atau 17 jam lebih perharinya karena sudah dikurangi waktu hambatan baik yang dapat dihindari maupun yang tidak dapat dihindari. Efisiensi kerja PT. LCL berada di 85 % yang menandakan bahwa perusahaan ini memiliki nilai efisien kerja yang cukup baik.. Efisiensi 85% menunjukkan bahwa 85% dari waktu 24 jam digunakan secara produktif, sementara 15% terbuang akibat berbagai faktor hambatan yang terjadi sehingga adanya waktu tidak produktif.

4.1.3 Swell Factor

Faktor pengembangan terutama pada batubara bituminus merupakan perbandingan antara keadaan *loose* dengan keadaan *insitu*. Perhitungan *swell factor* dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.8 sebagai berikut:

Diketahui:

$$V_{loose} = 1.000$$

$$V_{insitu} = 1.300$$

Jadi:

$$\begin{aligned} \text{Swell factor} &= \frac{V_{loose}}{V_{insitu}} \times 100\% \\ &= \frac{1.000}{1.300} \times 100\% \\ &= 76\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *swell factor* menunjukkan bahwa nilainya adalah 76% untuk faktor pengembangannya.

4.1.4 Fill Factor

Faktor pengembangan atau fill factor merupakan perbandingan antara kapasitas nyata *bucket* alat gali muat dengan kapasitas baku alat gali muat. Perhitungan *fill factor* dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.7 sebagai berikut:

Diketahui:

$$V_n = 2,55 \text{ m}^3$$

$$V_b = 3,0 \text{ m}^3$$

Jadi:

$$\begin{aligned} Ff &= \frac{V}{V_b} \times 100\% \\ &= \frac{2,55}{3,0} \times 100\% \\ &= 85\% \end{aligned}$$

Perhitungan *fill factor* menunjukkan bahwa nilainya adalah 85% untuk pengisiannya.

4.1.5 Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Sebelum Perbaikan Kebutuhan Alat Angkut

Kegiatan pengangkutan batubara dari *front* penambangan menuju *dump station* menggunakan alat *excavator Sany Sy500h* kapasitas *bucket* 2,5 m³ dan *dump truck Tonly Tl849* kapasitas *vessel* 20 m³. Untuk mengetahui hasil produktivitas alat gali muat dan alat angkut dapat diketahui dengan Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.6.

1. Produktivitas alat gali muat aktual

Berikut adalah Perhitungan produktivitas alat gali muat.

Diketahui:

$$Kb = 2,55 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran C.1)}$$

$$Ef = 0,85 \text{ (Tabel 4.4)}$$

$$CTm = 17,89 \text{ detik (Tabel 4.1)}$$

$$Ff = 0,85 \text{ (Lampiran D)}$$

$$Sf = 0,76 \text{ (Lampiran D)}$$

$$D = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

Jadi:

$$Q = Kb \times Ff \times \frac{3600}{CTm} \times Ef \times Sf \times \text{Density material}$$

$$Q = 2,55 \times 0,85 \times \frac{3600}{17,89} \times 0,85 \times 0,76 \times 1,3$$

$$Q = 366,29 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi alat gali muat perhari} = 366,29 \times 17 \text{ jam/hari}$$

$$= 6.226,9 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Produksi alat gali muat perbulan} = 4.752,9 \times 30 \text{ hari/bulan}$$

$$= 186.808,7 \text{ ton/bulan}$$

maka hasil produktivitas alat gali muat adalah 366,29 ton/jam untuk batubara dengan densitas 1,3 ton/m³.

2. Produktivitas alat angkut aktual

Berikut adalah perhitungan produktivitas alat angkut setelah *cycle time* alat angkut sudah didapatkan.

Diketahui:

$$K_v = 20 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran C.2)}$$

$$E_f = 0,85 \text{ (Tabel 4.4)}$$

$$C_{Ta} = 958,20 \text{ Detik (Tabel 4.2)}$$

$$F_f = 0,85 \text{ (Lampiran D)}$$

$$S_f = 0,76 \text{ (Lampiran D)}$$

$$D = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

Jadi:

$$Q = \frac{3600}{C_{Ta}} \times K_v \times F_f \times E_f \times S_f \times \text{Density material}$$

$$Q = \frac{3600}{958,20} \times 20 \times 0,85 \times 0,85 \times 0,76 \times 1,3$$

$$Q = 53,63 \text{ ton/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan menggunakan 4 unit alat angkut} &= 53,63 \times 4 \text{ unit} \\ &= 214,55 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi alat angkut perhari} &= 214,55 \times 17 \text{ jam/hari} \\ &= 3.647,3 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi alat angkut perbulan} &= 2.839,2 \times 30 \text{ hari/bulan} \\ &= 109.421,1 \text{ ton/bulan} \end{aligned}$$

hasil dari perhitungan produktivitas alat angkut untuk batubara dengan densitas $1,3 \text{ ton/m}^3$ adalah $214,55 \text{ ton/jam}$.

4.2 Evaluasi Match Factor Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Faktor keserasian (*match factor*) alat gali muat *excavator* Sany Sy500h dan alat angkut *dump truck* Tonly T1849 dengan jarak 1,4 km dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 3.3. perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

4.2.1 Evaluasi *Match Factor*

Perbaikan *match factor* bertujuan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut yang dimana alat angkut produktivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas alat gali muat. Perhitungan produktivitas dapat sebagai berikut:

Diketahui:

$N_m = 1 \text{ unit}$

$CT_m = 17,89 \text{ detik (Tabel 4.1)}$

$CT_a = 958,20 \text{ Detik (Tabel 4.2)}$

$N_a = 4 \text{ unit}$

$n = 9 \text{ kali pengisian}$

jadi:

$$MF = \frac{N_a \times CT_m \times n}{N_m \times CT_a}$$

$$MF = \frac{4 \times 17,89 \times 9}{1 \times 958,20}$$

$$MF = \frac{644,04}{958,20}$$

$$MF = 0,67$$

Maka, hasil waktu tunggu alat gali muat adalah :

$$W_{tm} = \frac{N_m \times CT_a}{N_a} - (CT_m \times n)$$

$$W_{tm} = \frac{1 \times 958,20}{4} - (17,89 \times 9)$$

$$W_{tm} = 239,55 - 161,01$$

$$W_{tm} = 78,54 \text{ detik}$$

$$= 1,30 \text{ menit}$$

Selanjutnya, untuk jumlah alat angkut:

$$N_a = \frac{\text{cycle time alat angkut}}{\text{loading time alat muat}}$$

$$= \frac{958,20}{161,01}$$

$$= 5,95 \text{ atau setara } 6 \text{ unit}$$

Hasil analisis *Match factor* alat gali muat *excavator* Sany Sy500h dan alat angkut *dump truck* Tonly Tl849, didapat nilai $MF < 1$ dimana alat gali muat bekerja kurang 100% sedangkan alat angkut bekerja 100%, sehingga menyebabkan waktu tunggu bagi alat gali muat sekitar 1,30 menit akibat menunggu alat angkut yang belum datang. Oleh karena itu, dibutuhkan penambahan jumlah alat angkut agar nilai *match factor* mendekati 1. Upaya perbaikan dapat dilihat sebagai berikut dengan menambah jumlah *dumptruck* 2 unit.

Diketahui:

$N_m = 1$ unit

$CT_m = 17,89$ detik (Tabel 4.1)

$CT_a = 958,20$ Detik (Tabel B.8)

$N_a = 6$ unit

$n = 9$ kali pengisian

jadi:

$$MF = \frac{N_a \times CT_m \times n}{N_m \times CT_a}$$

$$MF = \frac{6 \times 17,89 \times 9}{1 \times 958,20}$$

$$MF = \frac{966,06}{958,20}$$

$$MF = 1,01$$

Setelah melakukan perhitungan ulang dengan menambah jumlah alat angkut, maka didapat hasil $M > 1$ dimana alat gali muat bekerja 100% dan alat angkut bekerja kurang dari 100%. artinya alat angkut menjadi bekerja kurang efisien walaupun *idle time* hanya sedikit karena alat gali muat sedang melakukan pemuatan ke *vessel dump truck*.

4.2.2 Produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan Kebutuhan *Dump Truck*

Perbaikan produktivitas alat gali muat dan alat angkut dibutuhkan agar produktivitas alat dapat lebih optimal dan efisien. Berikut upaya perbaikan produktivitas alat angkut tersebut.

Produktivitas alat angkut setelah penambahan alat angkut sebanyak 2 unit dapat dilihat perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

$$K_v = 20 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran C.2)}$$

$$E_f = 0,85 \text{ (Tabel 4.5)}$$

$$C_{Ta} = 958,20 \text{ Detik (Tabel 4.2)}$$

$$F_f = 0,85 \text{ (Lampiran D)}$$

$$S_f = 0,76 \text{ (Lampiran D)}$$

$$D = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

$$n = 6 \text{ unit}$$

Jadi:

$$Q = \frac{3600}{C_{Ta}} \times K_v \times F_f \times E_f \times S_f \times \text{Density material}$$

$$Q = \frac{3600}{958,20} \times 20 \times 0,85 \times 0,85 \times 0,76 \times 1,3$$

$$Q = 53,63 \text{ ton/jam}$$

Dengan menggunakan 6 unit alat angkut = $53,63 \times 6 \text{ unit}$

$$= 321,82 \text{ ton/jam}$$

Produksi alat angkut perhari = $321,82 \times 17 \text{ jam/hari}$

$$= 5.471,0 \text{ ton/hari}$$

Produksi alat angkut perbulan = $5.471,0 \times 30 \text{ hari/bulan}$

$$= 164.131,7 \text{ ton/bulan}$$

Hasil dari perbaikan produktivitas *dump truck* Tonly TL849 dengan kapasitas *vessel* 20 m^3 dan berdasarkan densitas batubara $1,3 \text{ ton/m}^3$. Maka, didapat hasil produktivitas alat yang meningkat dengan total Hasil produktivitas alat angkut

dump truck dari 214,55 ton/jam menjadi 321,82 ton/jam. Dengan adanya perbaikan penambahan jumlah *dump truck* membuat produktivitas alat menjadi lebih efisien dan optimal. Selain itu target produksi 150.000,0 ton /perbulan perusahaan dapat tercapai melebihi target produksi tersebut .

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan bab sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Setelah mengetahui perhitungan produktivitas alat sebelum perbaikan, menunjukkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya dimana produktivitas aktual alat gali muat 366,29 ton/jam, alat angkut 214,55 ton ton/jam, dan efisiensi kerja aktual 85%. Setelah dilakukan perbaikan kebutuhan jumlah alat angkut, produktivitas alat angkut menjadi 321,82 ton/jam.
2. Evaluasi *match factor* alat, menunjukkan sebelum perbaikan unit *dump truck* hanya 4 dimana analisisnya 0,67 dengan $MF < 1$ yang menandakan adanya waktu tunggu bagi *excavator* dalam melakukan pengisian karena jumlah *dump truck* yang kurang. Setelah perbaikan dengan menambah jumlah *dump truck*, hasilnya menjadi 1,01 dengan $MF > 1$.

5.2 Saran

Saran ini bertujuan untuk memberikan masukan bagi perusahaan agar lebih baik dan lebih efisien kedepannya:

1. Produktivitas perlu monitoring dan evaluasi secara rutin, begitu juga dengan perhitungan efisiensi waktu kerja dan waktu tunggu alat, guna mengidentifikasi potensi untuk perbaikan sejak awal.
2. Penyesuaian jumlah unit cadangan disarankan untuk melakukan evaluasi secara rutin terhadap jumlah *dump truck* yang beroperasi agar tetap sesuai dengan kebutuhan produksi. Terbukti dengan penambahan jumlah *dump truck* meningkatkan produktifitas.
3. Untuk area hauling yang menanjak sebaiknya diperbaiki atau pengurangan ketinggian tanjakan agar *cycle time* alat gali angkut berkurang dan penggunaan bahan bakar yang banyak lebih berkurang

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, Efigenia, Dan Maia Alves. (2012). Kajian Teknis Alat Galimuat Dan Alat Angkut Dalam Upaya Memenuhi Sasaran Produksi Pengupasan Tanah Penutup Pada Penambangan Batubara Di Pt. Yustika Utama Energi Kalimantan Timur. Diss. UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Deto, Abea. (2023). Analisis Keserasian Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Terhadap Produksi Batubara Di Banko Tengan Suban Jeriji Selatan PT BUKIT ASAM Tbk. Fakultas Teknik, Teknik Pertambangan, Universitas Prabumulih, Prabumulih, 1-70.
- Ladianto, Hadi Zulkarnain, Dan Rika Ernawati. (2019). Evaluasi Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan Pengupasan Tanah *Overburden* Pada Penambangan Nikel Di Blok B Pt. Paramitha Persada Tama Provinsi Sulawesi Tenggara. Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan (Semitan), 1(1).
- Natalia, Desma. (2021). Penentuan Nilai Keserasian (*Match Factor*) Untuk Optimalisasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Penutup Pertambangan Batubara Pt. Tri Bakti Sarisma. Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, Dan Computer, 4(1), 480-491.
- Oemiati, Nurnilam, Revisdah, dan Rahmawati. (2020). Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*). *Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil* 6(3), 194-207.
- Pohan, Ahmad Fauzi, Refky Adi Nata, Dan Ronal Floren. (2017). Efisiensi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Pengupasan *Overburden* Pada *Site A* Di Pt. Samantaka Batubara Desa Pauh Ranap Kecamatan Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau. Jurnal Sains Dan Teknologi, 17(1), 18-22.
- Rahman, Ahmad Saifur. (2022). Analisa Produktivitas Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Dalam Menangani Penggalan *Overburden* Di PT. ADARO INDONESIA. Fakultas Sains Dan Teknologi, Teknik Pertambangan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Sahlan. (2023). Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat-Alat Angkut Batubara Di Pt Era Energi Mandiri (*Bomba Group*) Kecamatan Merapi Selatan Kabupaten Lahat Sumatera Selatan. Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih, 1-50.
- Sudrajat, Faris Rinaldy, Budhi Purwoko, Dan M. Khalid Syafrianto. (2019). Perencanaan Kebutuhan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi *Overburden* Pada Penambangan Batubara Di Pt. Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Jelast: Jurnal Pwk, Laut, Sipil Dan Tambang*, 6(1).

LAMPIRAN A. *CYCLE TIME* ALAT GALI MUAT

A.1. *CYCLE TIME* ALAT GALI MUAT (DETIK)

Tabel A.1. *Cycle Time* Alat Gali Muat (detik)

No	<i>Digging</i>	<i>Swing load</i>	<i>Dumping</i>	<i>Swing empty</i>	<i>Cycle time</i>
1	6,12	4,75	5,14	4,78	20,50
2	7,05	5,35	3,97	3,57	19,94
3	6,31	4,74	4,61	4,46	20,12
4	5,42	4,37	4,24	4,78	18,81
5	7,21	4,44	3,92	3,59	20,03
6	8,13	4,80	3,45	4,78	21,16
7	6,15	3,79	5,61	2,24	17,79
8	5,49	4,26	5,00	3,03	17,78
9	5,81	4,05	4,23	2,36	16,45
10	5,62	4,85	5,77	3,49	19,73
11	6,05	3,72	3,61	3,20	16,58
12	6,10	3,41	4,94	3,05	17,50
13	5,12	4,17	4,68	3,08	17,05
14	5,22	3,21	3,81	3,37	15,61
15	6,13	4,26	4,38	2,54	17,28
16	5,10	2,96	4,00	3,39	15,47
17	5,25	4,41	5,37	4,35	19,38
18	5,18	3,55	3,81	3,37	15,91
19	7,03	5,26	4,38	2,54	18,21
20	5,17	2,98	4,00	3,39	15,47
21	5,25	5,27	5,37	4,35	19,38
22	5,10	3,55	3,83	3,20	15,68
23	8,12	3,95	4,82	4,93	21,82
24	5,03	4,76	3,86	4,79	18,44
25	5,15	3,30	4,55	3,04	15,94
26	5,20	3,29	4,24	3,54	16,27
27	5,05	3,54	4,25	3,23	16,07
28	5,21	2,66	4,99	3,13	15,99
29	5,31	4,15	5,34	3,34	18,14
30	5,14	4,15	5,34	3,58	18,21
Rata-rata	5,86	4,14	4,61	3,39	17,89
Max	8,13	5,35	5,77	4,93	21,82
Min	5,03	2,66	3,45	2,24	15,47

Sumber: Penulis, 2025

A.2. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *DIGGING* (DETIK)

Jumlah data (n)	= 30
Minimum	= 5,03
Maximum	= 8,13
Jumlah kelas	= $1 + 3,3 \log n$
Jumlah kelas	= 5,87 = 6
Interval kelas	= $\frac{\text{Maximum} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah kelas}}$
Interval kelas	= 0,52

Tabel A.2. Parameter Distribusi Frekuensi *Digging* (Detik)

kelas	Frekuensi (fi)	persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
5,03-5,55	17	56,66%	5,29	89,93
5,56-6,08	3	10,00%	5,81	17,43
6,09-6,61	5	16,66%	6,35	31,75
6,62-7,14	2	6,66%	6,88	13,76
7,15-7,67	1	3,33%	7,41	7,14
7,68-8,20	2	6,66%	7,94	15,88
Total	30	100,00%	33,23	175,89

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{175,89}{30} \\
 &= 5,86 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

A.3. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *SWING LOAD* (DETIK)

Jumlah (n)	= 30
Minimum	= 2,66
Maximum	= 5,35
Jumlah kelas	= $1 + 3,3 \log n$
Jumlah kelas	= 5,87 = 6
Interval kelas	= $\frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}}$
Interval kelas	= 0,51

Tabel A.3. Parameter Distribusi Frekuensi *Swing Load* (Detik)

kelas	Frekuensi (fi)	persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
2,66-3,17	3	10,00%	2,91	8,73
3,18-3,69	7	23,33%	3,43	24,01
3,70-4,21	7	23,33%	3,95	27,65
4,22-4,73	5	16,66%	4,47	22,35
4,74-5,25	5	16,66%	4,99	24,95
5,26-5,77	3	10,00%	5,51	16,53
Total	30	100,00%	25,29	124,22

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{124,22}{30} \\
 &= 4,14 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

A.4. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *DUMPING* (DETIK)

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

$$\text{Minimum} = 3,45$$

$$\text{Maximum} = 5,77$$

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3,3 \log n$$

$$\text{Jumlah kelas} = 5,87$$

$$= 6$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$\text{Interval kelas} = 0,38$$

Tabel A.4. Parameter Distribusi Frekuensi *Dumping* (detik)

kelas	Frekuensi (fi)	persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
3,45-3,83	5	16,66%	3,64	18,2
3,84-4,22	5	16,66%	4,03	20,15
4,23-4,61	8	26,66%	4,42	22,10
4,62-5,00	5	16,66%	4,81	24,05
5,01-5,39	5	16,66%	5,20	26,00
5,40-5,78	2	6,66%	5,59	27,95
Total	30	100,00%	27,69	138,45

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{138,45}{30} \\
 &= 4,61 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

A.5. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *SWING EMPTY* (DETIK)

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah (n)} &= 30 \\
 \text{Minimum} &= 2,24 \\
 \text{Maximum} &= 4,93 \\
 \text{Jumlah kelas} &= 1 + 3,3 \log n \\
 \text{Jumlah kelas} &= 5,87 = 6 \\
 \text{Interval kelas} &= \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} \\
 \text{Interval kelas} &= 0,44
 \end{aligned}$$

Tabel A.5. Parameter Distribusi Frekuensi *Swing Empty* (Detik)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
2,24-2,68	4	13,33%	2,46	9,84
2,69-3,13	5	16,67%	2,91	11,64
3,14-3,58	12	40,00%	3,36	40,32
3,59-4,03	1	3,33%	3,81	3,81
4,04-4,48	3	10,00%	4,26	12,78
4,49-4,93	5	16,67%	4,71	23,55
Total	30	100,00%	21,51	101,94

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{101,94}{30} \\
 &= 3,39 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

A.6. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *CYCLE TIME* ALAT GALI MUAT (DETIK)

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah (n)} &= 30 \\
 \text{Minimum} &= 15,47
 \end{aligned}$$

$$\text{Maximum} = 21,82$$

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3,3 \log n$$

$$\text{Jumlah kelas} = 5,87$$

$$= 6$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$\text{Interval kelas} = 1,06$$

Tabel A.6. Parameter Distribusi Frekuensi *Cycle Time* Alat Gali Muat (Detik)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
15,47-16,53	10	33,33%	16,00	160,00
16,54-17,60	4	13,33%	17,07	68,28
17,61-18,67	6	20,00%	18,14	108,84
18,68-19,74	4	13,33%	19,21	76,84
19,75-20,81	5	16,67%	20,28	101,4
20,82-21,88	1	3,33%	21,35	21,35
Total	30	100,00%	112,05	536,71

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\ &= \frac{536,71}{30} \\ &= 17,89 \text{ (detik)} \end{aligned}$$

LAMPIRAN B. CYCLE TIME ALAT ANGKUT

B.1. CYCLE TIME ALAT ANGKUT (MENIT)

Tabel B.1 *Cycle Time* Alat Angkut (Menit)

No	<i>Manuver loading</i>	<i>Loading</i>	<i>Hauling isi</i>	<i>Manuver dumping</i>	<i>Dumping</i>	<i>Hauling kosong</i>	<i>Cycle time</i>
1	0,22	1,10	8,20	0,22	0,41	7,22	17,37
2	0,40	1,23	6,22	0,20	0,23	7,15	15,43
3	0,23	1,30	7,13	0,25	0,30	7,09	16,30
4	0,25	1,15	7,20	0,29	0,27	7,20	16,36
5	0,22	1,11	6,30	0,23	0,24	7,16	15,26
6	0,35	1,13	7,12	0,22	0,30	7,15	16,27
7	0,24	1,22	7,18	0,24	0,22	7,10	16,20
8	0,37	1,24	7,16	0,25	0,41	7,21	16,64
9	0,21	1,30	7,28	0,26	0,25	7,24	16,54
10	0,40	1,27	6,34	0,21	0,26	7,06	15,54
11	0,23	1,23	6,58	0,30	0,33	6,35	15,02
12	0,25	1,29	6,51	0,27	0,35	6,39	15,06
13	0,27	1,28	7,05	0,29	0,34	6,45	15,68
14	0,28	1,26	7,31	0,20	0,41	6,59	16,05
15	0,30	1,14	8,00	0,31	0,23	7,05	17,03
16	0,31	1,16	7,46	0,25	0,27	7,17	16,62
17	0,37	1,17	7,23	0,22	0,24	7,09	16,32
18	0,25	1,20	7,59	0,20	0,31	6,41	16,42
19	0,26	1,21	6,46	0,21	0,40	6,46	15,00
20	0,30	1,23	6,40	0,19	0,25	6,50	14,87
21	0,34	1,30	7,31	0,23	0,35	6,51	16,04
22	0,39	1,29	7,15	0,25	0,22	7,22	16,52
23	0,24	1,27	7,16	0,29	0,27	7,30	16,53
24	0,22	1,12	7,14	0,30	0,41	6,35	15,54
25	0,41	1,19	6,35	0,26	0,45	6,22	14,88
26	0,40	1,30	6,36	0,27	0,26	6,57	15,16
27	0,39	1,23	6,45	0,28	0,23	7,00	15,58
28	0,30	1,27	7,34	0,20	0,31	7,01	16,43
29	0,25	1,15	7,50	0,21	0,39	7,24	16,74
30	0,24	1,22	7,07	0,30	0,23	7,32	16,38
R	0,29	1,22	7,01	0,25	0,30	6,90	15,97
Max	0,41	1,30	8,20	0,31	0,45	7,32	17,37
Min	0,21	1,10	6,22	0,19	0,22	6,22	14,87

Sumber: Penulis, 2025

B.2. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *MANUVER LOADING* (MENIT)

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

$$\text{Minimum} = 0,21$$

$$\text{Maximum} = 0,41$$

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3,3 \log n$$

$$\text{Jumlah kelas} = 5,87 = 6$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$\text{Interval kelas} = 0,03$$

Tabel B.2. Parameter Distribusi Frekuensi *Manuver Loading* (Menit)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
0,21-0,24	9	30,00%	0,23	2,03
0,25-0,28	7	23,33%	0,27	1,86
0,29-0,32	4	13,33%	0,31	1,22
0,33-0,36	2	6,67%	0,35	0,69
0,37-0,40	7	23,33%	0,39	2,70
0,41-0,44	1	3,33%	0,43	0,43
Total	30	100,00%	1,95	8,91

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\ &= \frac{8,91}{30} \\ &= 0,29 \text{ (menit)} \end{aligned}$$

B.3. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *LOADING* (MENIT)

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

$$\text{Minimum} = 1,10$$

$$\text{Maximum} = 1,30$$

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3,3 \log n$$

$$\text{Jumlah kelas} = 5,87 = 6$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$\text{Interval kelas} = 0,03$$

Tabel B.3. Parameter Distribusi Frekuensi *Loading* (Menit)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
1,10-1,13	4	13,33%	1,12	4,46
1,14-1,17	5	16,67%	1,16	5,78
1,18-1,21	3	10,00%	1,20	3,59
1,22-1,25	7	23,33%	1,24	8,65
1,26-1,29	7	23,33%	1,28	8,93
1,30-1,33	4	13,33%	1,32	5,26
Total	30	100,00%	7,29	36,65

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{36,65}{30} \\
 &= 1,22 \text{ (menit)}
 \end{aligned}$$

B.4. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *HAULING* ISI (MENIT)

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

$$\text{Minimum} = 6,22$$

$$\text{Maximum} = 8,20$$

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3,3 \log n$$

$$\text{Jumlah kelas} = 5,87 = 6$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$\text{Interval kelas} = 0,33$$

Tabel B.4. Parameter Distribusi Frekuensi *Hauling* Isi (Menit)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
6,22-6,55	9	30,00%	6,39	57,47
6,56-6,89	1	3,33%	6,73	6,73
6,90-7,23	11	36,67%	7,07	77,72
7,24-7,57	6	20,00%	7,41	44,43
7,58-7,91	1	3,33%	7,75	7,75
7,92-8,25	2	6,67%	8,09	16,17
Total	30	100,00%	43,41	210,25

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{210,25}{30} \\
 &= 7,01 \text{ (menit)}
 \end{aligned}$$

B.5. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *MANUVER DUMPING* (MENIT)

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah (n)} &= 30 \\
 \text{Minimum} &= 0,19 \\
 \text{Maximum} &= 0,31 \\
 \text{Jumlah kelas} &= 1 + 3,3 \log n \\
 \text{Jumlah kelas} &= 5,87 = 6 \\
 \text{Interval kelas} &= \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} \\
 \text{Interval kelas} &= 0,02
 \end{aligned}$$

Tabel B.5. Parameter Distribusi Frekuensi *Manuver Dumping* (Menit)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
0,19-0,22	11	36,67%	0,21	2,26
0,23-0,26	9	30,00%	0,25	2,21
0,27-0,30	9	30,00%	0,29	2,57
0,31-0,34	1	3,33%	0,33	0,33
0,35-0,38	0	0,00%	0,37	0,00
0,39-0,42	0	0,00%	0,41	0,00
Total	30	100,00%	1,83	7,35

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{7,35}{30} \\
 &= 0,25 \text{ (menit)}
 \end{aligned}$$

B.6. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *DUMPING* (MENIT)

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah (n)} &= 30 \\
 \text{Minimum} &= 0,22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maximum} &= 0,45 \\ \text{Jumlah kelas} &= 1 + 3,3 \log n \\ \text{Jumlah kelas} &= 5,87 = 6 \\ \text{Interval kelas} &= \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} \\ \text{Interval kelas} &= 0,03\end{aligned}$$

Tabel B.6. Parameter Distribusi Frekuensi *Dumping* (Menit)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
0,22-0,25	10	33,33%	0,24	2,35
0,26-0,29	5	16,67%	0,28	1,38
0,30-0,33	5	16,67%	0,32	1,58
0,34-0,37	3	10,00%	0,36	1,07
0,38-0,41	5	16,67%	0,40	1,98
0,42-0,45	2	6,67%	0,44	0,87
Total	30	100,00%	2,01	9,21

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\ &= \frac{9,21}{30} \\ &= 0,30 \text{ (menit)}\end{aligned}$$

B.7. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *HAULING* KOSONG (MENIT)

$$\begin{aligned}\text{Jumlah (n)} &= 30 \\ \text{Minimum} &= 6,22 \\ \text{Maximum} &= 7,32 \\ \text{Jumlah kelas} &= 1 + 3,3 \log n \\ \text{Jumlah kelas} &= 5,87 \\ &= 6 \\ \text{Interval kelas} &= \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} \\ \text{Interval kelas} &= 0,18\end{aligned}$$

Tabel B.7. Parameter Distribusi Frekuensi *Hauling* Kosong (Menit)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
6,22-6,40	4	13,33%	6,31	25,24
6,41-6,59	7	23,33%	6,50	45,50
6,60-6,78	0	0,00%	6,69	0,00
6,79-6,97	0	0,00%	6,88	0,00
6,98-7,16	8	26,67%	7,07	56,56
7,17-7,35	11	36,67%	7,26	79,86
Total	30	100,00%	40,71	207,16

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{207,16}{30} \\
 &= 6,90 \text{ (menit)}
 \end{aligned}$$

B.8. PARAMETER DISTRIBUSI FREKUENSI *CYCLE TIME* ALAT ANGKUT (Menit)

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

$$\text{Minimum} = 14,87$$

$$\text{Maximum} = 17,37$$

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3,3 \log n$$

$$\text{Jumlah kelas} = 5,87 = 6$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{maximum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$\text{Interval kelas} = 0,41$$

Tabel B.8. Parameter Distribusi Frekuensi *Cycle Time* Alat Angkut (Menit)

kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
14,87-15,28	7	23,33%	15,08	105,52
15,29-15,70	5	16,67%	15,50	77,47
15,71-16,12	2	6,67%	15,92	31,83
16,13-16,54	11	36,67%	16,34	179,68
16,55-16,96	3	10,00%	16,76	50,26
16,97-17,38	2	6,67%	17,18	34,35
Total	30	100,00%	96,75	479,13

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{479,13}{30} \\
 &= 15,97 \text{ (menit)} \\
 &= 958,20 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN C. SPESIFIKASI ALAT MEKANIS

C.1. SPESIFIKASI ALAT GALI MUAT *EXCAVATOR* SANY SY500H



Sumber: Penulis, 2025

Gambar C.1 Excavator Sany SY500H

Berat operasi	: 50,1 Ton atau 50,100 kg
Daya mesin	: 298 kW
Kapasitas <i>bucket</i>	: 2,55 m ³
Panjang keseluruhan	: 12,103 mm
Panjang lengan bucket	: 3,350 mm
Tekanan tanah	: 59 kPa
Radius putar belakang	: 3,765 mm
Kapasitas tangki bahan bakar	: 680L
<i>Max. Reach digging</i>	: 12,035 mm
<i>Max. Digging depth</i>	: 7,705 mm
Panjang boom	: 7,000 mm
<i>Ground clearance</i>	: 1,220 mm
Panjang track	: 5,440 mm
Lebar track	: 2,740 mm

C.2. SPESIFIKASI ALAT ANGKUT *DUMPTRUCK* TONLY TL849



Sumber: Penulis, 2025

Gambar C.2 Alat Angkut *Dump Truck*

Model	: TL849
Kapasitas <i>vessel</i>	: 20 m ³
Sistem penggerak	: 6x6
Sumbu depan	: 18T
Sumbu penggerak	: 20T + 20 T
Sistem pengangkat	: Hyva 129
Ban	: 18.00-25
Dimensi keseluruhan	: 8988 x 3250 x 3704 mm
Kecepatan maksimum	: 56 km/jam
Berat kotor maksimum	: 37 ton
panjang	: 8990 mm
lebar	: 3250 mm
tinggi	: 3700 mm
jarak antar roda	: 3600 + 1750 mm
naik turun maksimum	: 31%
tenaga mesin	: 430 (316 kW)
torsi mesin	: 1800 Nm
dirancang untuk	: medan/ kondisi yang terjal, <i>open pit</i> , dan lain-lain

LAMPIRAN D. DATA AKTUAL PERUSAHAAN

Tabel C.3. Data Untuk Perhitungan Produktivitas

Swell Factor	0,76 atau 76%
Fill Factor	0,85 atau 85%
Densitas batubara	1,3 Ton/m ³

Sumber: PT. LCL PJO, 2025