

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERHITUNGAN *MATCH FACTOR* ALAT GALI
MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN
OVERBURDEN DI PT WAHANA BANDHAWA KENCANA**

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



RIZKY SEPTIANSYAH

2022310051

Dosen Pembimbing:

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

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

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2025

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERHITUNGAN *MATCH FACTOR* ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT WAHANA BANDHAWA KENCANA

TUGAS AKHIR

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

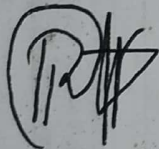
Oleh:

RIZKY SEPTIANSYAH

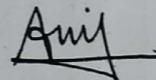
2022310051

Pembimbing I

Prabumulih, 12 Agustus 2025
Pembimbing II



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



Rodivah Nursani, S.Si., M.T.
NIDN. 0201037802



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "Analisis Perhitungan *match factor* alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan *overburden* di PT Wahana Bandiawa Kencana." telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada 12 Agustus 2025, dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji Tugas Akhir.

Prabumulih, 12 Agustus 2025

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

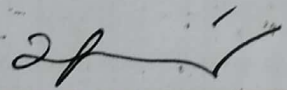
Ketua :

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

Anggota :

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

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



Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizky Septiansyah

NIM : 2022310051

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Analisis Perhitungan *match factor* alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan *overburden* di PT Wahana Bandhawa Kencana

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

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



Prabumulih, 12 Agustus 2025
Yang bersangkutan,



Rizky Septiansyah

ABSTRAK

ANALISIS PERHITUNGAN *MATCH FACTOR* ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT WAHANA BANDHAWA KENCANA

RIZKY SEPTIANSYAH, 2022310051, 2025

xii + 43, 4 Gambar, 2 Tabel, 8 Lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perhitungan *match factor* antara alat gali muat *excavator* Caterpillar 6020B dan alat angkut *off highway truck* dalam aktivitas *overburden removal* di PT Wahana Bandhawa Kencana (WBK). *Match factor* digunakan untuk menilai kesesuaian jumlah dan kinerja alat gali muat dan angkut dalam rangka meningkatkan efisiensi dan produktivitas tambang. Penelitian dilakukan menggunakan metode observasi lapangan dan pengumpulan data primer. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata *cycle time* alat gali muat adalah 31,84 detik, sedangkan rata-rata *cycle time* alat angkut adalah 512,27 detik. Perhitungan *match factor* menghasilkan nilai 0,99. Produktivitas *Excavator* Caterpillar 6020B mencapai 945,67 *bcm/jam*, sedangkan *Off Highway Truck* caterpillar 777E menghasilkan produktivitas sebesar 940,44 *bcm/jam* dengan 4 unit alat angkut yang beroperasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas meliputi jalan yang padat, jalan yang berdebu dan persimpangan ke *front* penambangan. Penelitian ini memberi kontribusi penting bagi perusahaan dalam mengevaluasi keserasian alat gali muat dan alat angkut serta sebagai dasar pertimbangan teknis dalam penyesuaian jumlah dan jenis alat guna mencapai target produksi yang optimal.

Kata kunci : Produktivitas, *cycle time*, *excavator* caterpillar 6020B, *off highway truck* caterpillar 777E, *overburden removal*,
Kepustakaan : 5 (2018-2020)

KATA PENGANTAR

Rasa Syukur yang tak terhingga Penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan segala karunia dan nikmat-Nya, kesehatan jasmani dan rohani, serta kekuatan lahir dan batin. Sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Analisis perhitungan *match factor* alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan *overburden* di PT Wahana Bandhawa Kencana” Shalawat beriring salam tak lupa penulis curahkan kepada junjungan umat Islam baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah memberikan tuntunan menuju jalan yang terang (ilmu pengetahuan) dengan akhlak yang mulia.

Proposal 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:

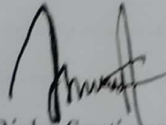
1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si Rektor Universitas Prabumulih
2. Bapak Ahmad Husni selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, Sekaligus pembimbing I
4. Ibu Rodiyah Nursani, S.Si., M.T sebagai Pembimbing II
5. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T., Aris Susilo, S.T., M.T., dan Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T., sebagai Tim Penguji.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.

Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya Angkatan 2022 serta semua

Penulisan proposal 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 proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 12 Agustus 2025



Rizky Septiansyah

2022310051

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Observasi Lapangan.....	2
1.6 Pengambilan Data	3
1.7 Bagan Alir Penelitian.....	4

BAB II TINJAUAN UMUM 5

2.1 Sejarah Perusahaan	5
2.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah	5
2.3 Geologi	7
2.4 Sistem Pertambangan.....	8
2.4.1 Pembersihan Lahan	8
2.4.2 Pengupasan <i>Top Soil</i>	8
2.4.3 Pengupasan <i>Overburden</i>	8
2.4.4 Penimbunan dan Perataan <i>Disposal</i>	9
2.4.5 Penggalian dan Pengangkutan Batubara	9
2.4.6 Reklamasi.....	9

BAB III TINJAUAN PUSTAKA 10

3.1 Penambangan.....	10
3.2 Aktivitas Pemindahan Tanah Mekanis	10
3.3 Faktor–faktor yang Mempengaruhi Target Produksi	13
3.4 Produktivitas.....	15
3.5 <i>Match Factor</i> (Keserasian Alat)	18

	Halaman
BAB IV PEMBAHASAN.....	19
4.1 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	19
4.1.1 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat	20
4.1.2 Perhitungan Produktivitas Alat Angkut.....	21
4.2 Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut	21
 BAB V PENUTUP	 23
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran	23
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lokasi kesampaian daerah	6
Gambar 3.2 <i>Front</i> penambangan.....	12
Gambar 3.3 <i>Excavator</i>	15
Gambar 3.4 <i>Off high-way Truck</i>	17

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Rata-rata waktu edar alat gali muat.....	19
Tabel 4.1 Rata-rata waktu edar alat angkut.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. <i>Cycle Time Excavator</i> Caterpillar 6020E.....	25
LAMPIRAN B. <i>Cycle Time Oht</i> Caterpillar 777E.....	28
LAMPIRAN C. <i>Data Swell Factor</i>	35
LAMPIRAN D. Efisiensi Kerja.....	36
LAMPIRAN E. Data Produktivitas.....	39
LAMPIRAN F. Dokumentasi Penelitian.....,	40
LAMPIRAN G. Spesifikasi Alat Gali Muat.....	41
LAMPIRAN H. Spesifikasi Alat Angkut.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan awal dari proses penambangan yang dilakukan PT Wahana Bandhawa Kencana (WBK) adalah pembersihan lahan dan pengupasan *overburden* (*OB*). Tujuan utama kegiatan tersebut adalah pemindahan lapisan tanah penutup dengan menggunakan alat-alat mekanis sehingga dapat dilakukan proses penambangan batubara. *Overburden* yang telah dikupas kemudian dipindahkan ke tempat penimbunan yang biasa disebut *disposal*. *Disposal* merupakan daerah pada suatu area tambang terbuka yang digunakan sebagai tempat membuang material kadar rendah atau material bukan cadangan. *Disposal* yang berada di PT Wahana Bandhawa Kencana dibuat menjadi dua wilayah, yaitu *disposal BME* dan *disposal inpit dump*.

Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*stripping overburden*) meliputi mengupas dengan menggunakan *bulldozer*, penggalian dan pemuatan dengan menggunakan *excavator* (*backhoe*) serta pengangkutan dengan menggunakan *OHT*. Setelah dilakukan proses pengupasan *overburden*, batubara digali dengan metode tambang terbuka.

Dalam kegiatan produksi di lapangan ada 2 operasi produksi yaitu operasi produksi *overburden* dan batubara, yang mana kegiatan penambangan untuk menghasilkan produksi ini menggunakan alat-alat mekanis. Di area penambangan alat-alat mekanis memang berperan penting untuk menunjang keberhasilan kegiatan produksi. pengupasan lapisan tanah penutup *overburden*, menggunakan kombinasi alat mekanis yaitu alat gali muat dan menggunakan alat angkut, maka diperlukan untuk menganalisis kinerja alat mekanis pada pengupasan *overburden* agar dapat mencapai target produksi.

1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah membahas tentang Analisis perhitungan *match factor excavator caterpillar 6020B* dan *OHT*

caterpillar 777E pada pengupasan *overburden Pit highwall* tengah di PT Wahana Bandhawa Kencana.

1.3 Tujuan Penelitian

Manfaat secara Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis Produktivitas *Excavator* Caterpillar 6020B dan *OHT* Caterpillar 777E di PT Wahana Bandhawa Kencana
2. Menganalisis (*Match Factor*) Keserasian *Excavator* Caterpillar 6020B dan *OHT* caterpillar 777E di PT Wahana Bandhawa Kencana

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di peroleh dari penyusunan makalah seminar ini adalah:

1. Manfaat Teoritis

Akademik, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu pengetahuan di Perhitungan *match factor* alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan *overburden* di PT Wahana Bandhawa Kencana

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat berguna dalam mengatasi yang akan dihadapi saat di dunia kerja nanti dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

3. Manfaat Bagi Perusahaan

penelitian ini membantu mereka mengoptimalkan penggunaan alat gali muat dan angkut untuk pengangkutan *overburden*.

1.5 Observasi Lapangan

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

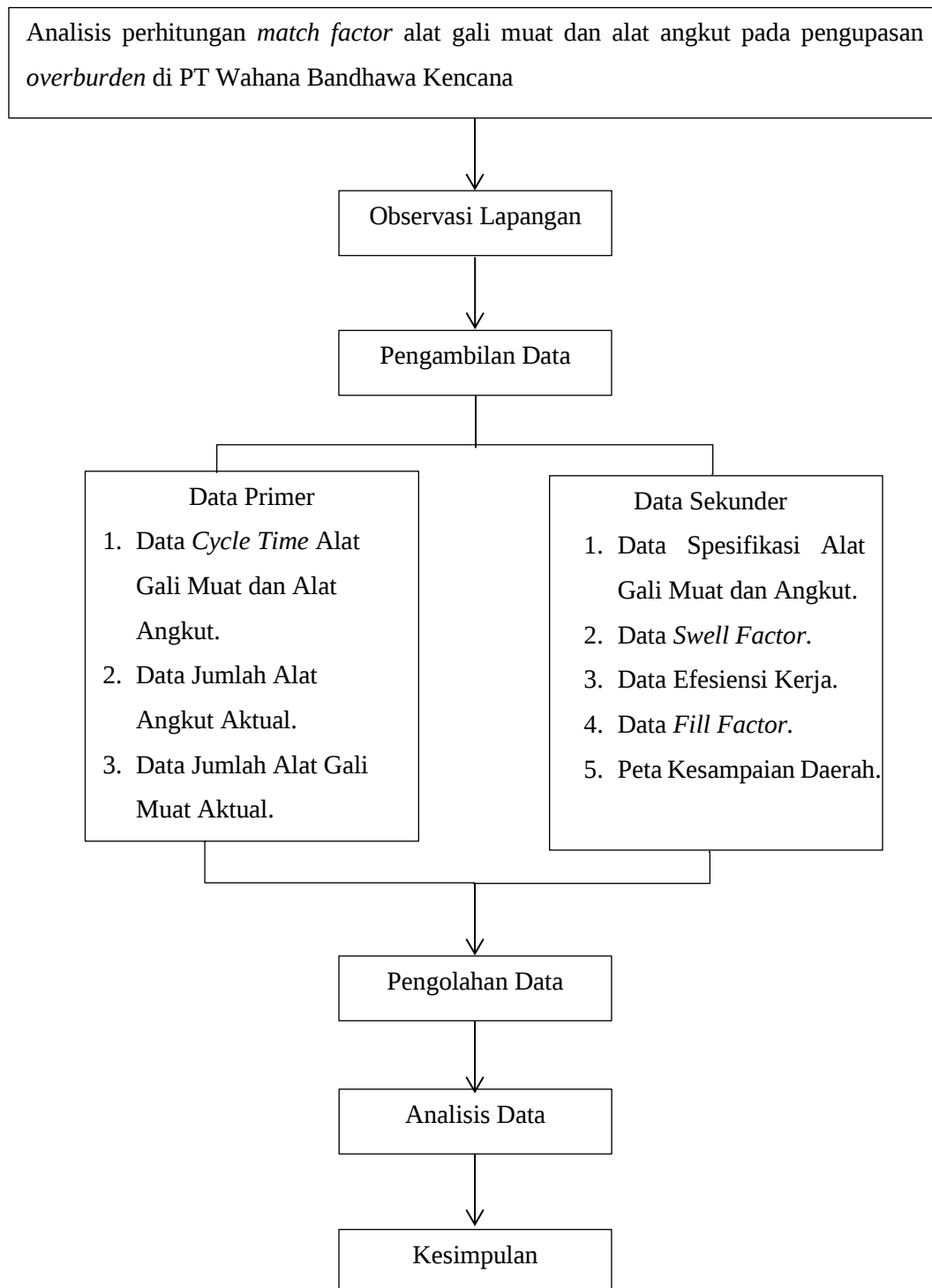
1.6 Pengambilan Data

Pengamatan langsung terhadap kondisi dan keadaan di lapangan serta kegiatan penambangan, kemudian dilakukan pengumpulan data. Data penelitian meliputi data primer dan data sekunder.

- a. Data Primer adalah data terpenting atau data pokok sesuai dengan pokok bahasan dalam penelitian yang dilakukan. Data primer meliputi:
 - 1) Data *cycle time* alat gali muat dan angkut.
 - 2) Data jumlah alat angkut aktual
 - 3) Data jumlah alat gali muat aktual
- b. Data Sekunder merupakan data pendukung atau penunjang dari suatu penelitian, dimana data tersebut juga berpengaruh pada penelitian yang dilakukan. Data sekunder meliputi:
 - 1) Data spesifikasi alat gali muat dan angkut
 - 2) Data *swell factor*
 - 3) Data efisiensi kerja
 - 4) Data *fill factor*
 - 5) Peta kesampaian Daerah

1.7 Bagan Alir Penelitian

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



Sumber: Penulis 2025

Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian

BAB II

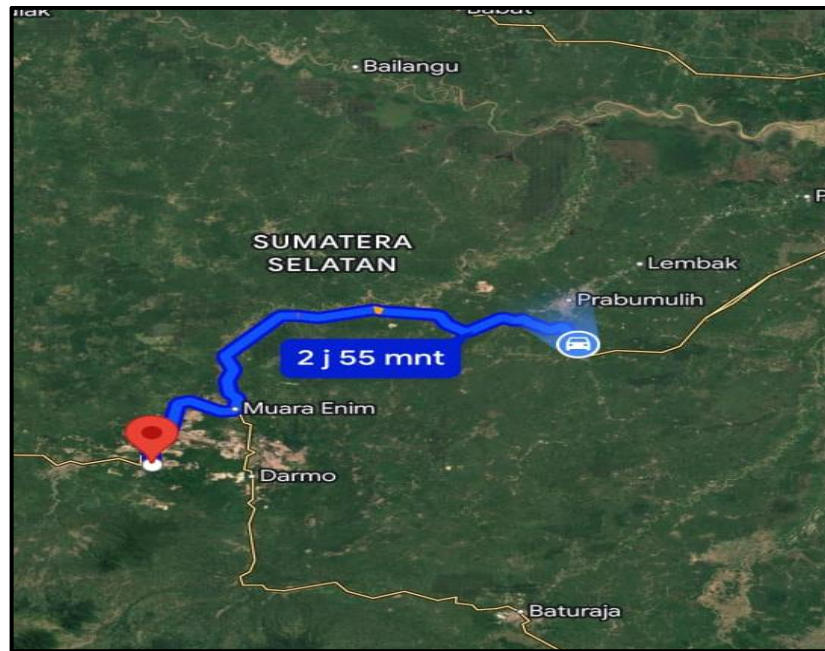
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Perusahaan

PT Wahana Bandhawa Kencana (WBK) merupakan perusahaan yang bergerak di dibidang jasa pertambangan khususnya kontraktor pertambangan. Menyediakan layanan lengkap dalam proyek pertambangan batubara, mulai dari *land clearing* hingga *overburden removal*. PT Wahana Bandhawa Kencana (WBK) juga berkomitmen pada keselamatan kerja, perlindungan lingkungan, dan keselamatan operasi. Pada tahun 2018 PT Wahana Bandhawa Kencana (WBK) memperluas fokusnya ke sektor pertambangan dengan terlibat atau bekerjasama dalam proyek penambangan sebagai kontraktor di PT BARA ALAM UTAMA sebagai pemilik IUP dengan wilayah izin operasi produksi 799,6 hektar. Dengan kontrak kerja 5 tahun dimulai 2018 sampai 2022, dan sekarang memasuki kontrak kerja kedua setelah perpanjangan kontrak. Perusahaan ini didirikan pada tanggal 14 April 1986 dengan nama CV Wahana Bandhawa. Kemudian pada tahun 1993, nama perusahaan diubah menjadi PT Wahana Bandhawa Kencana (WBK). Kantor pusat perusahaan berada di Jakarta, Indonesia.

2.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara umum lokasi penyelidikan di PT. Wahana Bandhawa Kencana berada di areal IUP PT. Bara Alam Utama 540/277/KEP/PERTAMBEN/2005 Dengan luas area 799,6 Ha secara administratif termasuk kedalam wilayah Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 2.1). Secara khusus lokasi penyelidikan dikonsentrasikan di 3 desa yaitu terdiri dari Desa Ulak Pandan, Desa Lebak Budi, dan Desa Gunung Agung Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi Kesampaian Daerah Dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3.1 Lokasi Kesampaian Daerah

Secara *geografis* PT. Wahana Bandhawa Kencana (WBK) memiliki Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Bara Alam Utama (BAU) PT. Wahana Bandhawa Kencana melakukan areal Izin Usaha Penambangan (IUP) PT. Bara Alam Utama terletak diantara $103^{\circ} 39' 30''$ - $103^{\circ} 42' 00''$ Bujur Timur dan $03^{\circ} 46' 40''$ - $03^{\circ} 47' 50''$ Lintang Selatan yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Merapi, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera selatan.

Berdasarkan koordinat batas Izin Usaha Penambangan PT. BAU, luas area IUP PT. Bara Alam Utama adalah $\pm 799,6$ Ha. Lokasi wilayah IUP PT. BAU terletak +/- 200 Km di sebelah Barat Daya kota Palembang dan berjarak sekitar 18 Km di sebelah Timur kota Lahat, Sumatera Selatan. Lokasi IUP dapat dicapai dari kota Lahat melalui jalan raya Lahat – Palembang (Jalan Lintas Sumatera) yang termasuk kategori/kelas jalan negara, sampai ke pertigaan jalan yang dikenal sebagai Simpang Gajah di dekat Desa Telatang dengan jarak tempuh sekitar 17 Km dari kota Lahat, dan untuk mencapai bagian Barat wilayah IUP perjalanan dapat dilanjutkan dengan kendaraan roda empat melalui jalan beraspal dengan jarak tempuh +/- 3,5 Km dari Simpang Gajah. Jalan tersebut merupakan akses jalan yang menghubungkan Desa Telatang yang terletak di sebelah Utara wilayah IUP sampai

dengan Desa Perangai yang terletak di sebelah Selatan wilayah IUP PT. Bara Alam Utama.

2.3 Geologi

Secara regional daerah penyelidikan berada dalam subcekungan Palembang yang merupakan bagian dari cekungan Sumatera Selatan yang terbentuk pada zaman Tersier. Batuan sedimen yang mengisi cekungan tersebut membentuk perlipatan yang umumnya berarah Barat Laut – Tenggara. Lapisan batubara pada daerah ini tersingkap dalam enam lapisan batubara yang terdiri dari lapisan muda sampai tua.

Struktur geologi yang berkembang di daerah ini antara lain, dapat dilihat dari penyebaran batuan yang ada pada daerah tambang ini terdiri dari beberapa formasi, yaitu:

1. Formasi Muara Enim

Merupakan indikasi yang mengandung batubara dicirikan dengan adanya batu lempung, batu lanau dan batu pasir yang sangat dominan. Di daerah ini Formasi Muara Enim yang dominan adalah batu pasir.

2. Formasi Kasai

Terdiri dari tufa, tufa pasiran dan batupasir tufaan yang mengandung batuapung. Bagian bawah formasi ini terdiri dari batupasir tufaan yang berbutir sedang sampai kasar, membundar sampai menyudut tanggung. Dengan fragmen pada umumnya kuarsa, batuan sedimen, batuan beku dan batuan malihan atau termetakan.

3. Gumay

Formasi gumay terdiri dari batupasir dan batulempung yang membentuk pelapisan selang-seling dengan ketebalan berkisar antara 20-80 cm, namun di jumpai selang (*interval*) batulempung ketebalan 3-10 m. Batupasir berwarna abu-abu kehijauan, mengandung glaukonit dan kadang-kadang kepingan batubara. Pada daerah penambangan termasuk batuan lunak sehingga langsung di gali menggunakan *excavator*.

4. Formasi Air Benakat

Formasi ini berumur dari miosen akhir hingga pliosen. Litologinya terdiri atas batu pasir tufaan, sedikit atau banyak lempung tufaan yang berselang seling dengan batu gamping napalan atau batu pasirnya semakin keatas semakin berkurang kandungan glaukonitnya. Pada bagian atas banyak dijumpai molusca dan sisa tumbuhan. Sedangkan untuk di Limau ditemukan serpih lempungan yang berwarna biru sampai coklat kelabu, serpih lempung pasiran dan batu pasir tufaan.

2.4 Sistem Pertambangan

Sistem penambangan yang diterapkan di PT Wahana Bandhawa Kencana adalah sistem tambang terbuka dengan menggunakan kombinasi peralatan *excavator* dan *OHT*. Kombinasi kedua alat tersebut dibantu oleh *bulldozer* sebagai alat garuk dan dorong serta *grader* yang digunakan untuk perawatan jalan.

Adapun urutan kegiatan penambangan batubara di PT Wahana Bandhawa Kencana yaitu:

2.4.1 Pembersihan Lahan

Pembersihan lahan bertujuan untuk membersihkan area pertambangan dari semak belukar, perpohonan, dan tumbuh-tumbuhan. Pembersihan lahan ini dilakukan dengan menggunakan alat *bulldozer*, alat ini mengutamakan pembersihan yang ringan seperti semak belukar, tumbuhan, dan perpohonan kecil. Sedangkan untuk membersihkan perpohonan yang berdiameter besar menggunakan *excavator* dengan dibantu gergaji mesin untuk mempermudah pengerjaan pengupasan lapisan tanah penutup.

2.4.2 Pengupasan Top Soil

Top soil atau tanah atas merupakan lapisan tanah yang paling atas yang mengandung bahan-bahan organik dengan ketebalan 30 cm. Tanah atas sebagian besar mengandung humus, akar, dan jasad renik tanah. Jenis tanah atas yang terdapat di lokasi penambangan berjenis *soil* dengan ciri tanah berwarna kekuningan.

2.4.3 Pengupasan Overburden

Pengupasan *overburden* dilakukan dengan menggunakan *excavator* caterpillar 6020B. Material *overburden* yang telah dikupas lalu akan dimuat dan

diangkut oleh *off-highway truck (oht)* untuk dibuang ke disposal area. *Off-highway truck* yang digunakan yaitu *OHT caterpillar 777E*.

2.4.4 Penimbunan dan Perataan Disposal

Material *overburden* yang diangkut oleh *off-highway truck* selanjutnya dibawa dan dibuang ke *disposal* area yang telah disediakan. *Overburden* yang dibuang secara berkelanjutan ke *disposal* akan menyebabkan terjadi penumpukan tanah di *disposal*, sehingga perlu dilakukan perataan timbunan material agar tidak mengganggu proses penimbunan selanjutnya. Perataan timbunan material *overburden* ini dilakukan dengan menggunakan loader.

2.4.5 Penggalian dan Pengangkutan Batubara

Alat yang digunakan untuk penggalian batubara adalah *excavator* Kobelco SK520XDLC yang berkapasitas $3,4m^3$. Kemudian batubara hasil penggalian dari *front* penambangan akan diangkut oleh *dump truck quester CWE280* berkapasitas $17,30 m^3$ yang menuju ke *stockpile* Bara Alam Utama.

2.4.6 Reklamasi

Berdasarkan peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 18 tahun 2008 tentang reklamasi dan penutupan tambang, bab 1, pasal 1, reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya. Adapun tahapan-tahapan dalam kegiatan reklamasi lahan yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut: penimbunan berdasarkan lokasi dan tipe material. Penyebaran tanah pucuk, preparasi yang terdiri dari kegiatan *drainage*, dan penanaman tanaman yang bisa tumbuh subur dan bermanfaat.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Penambangan

Menurut Isgianda dkk, (2018), penambangan adalah seluruh usaha galian berharga yang bernilai ekonomis, penambangan itu meliputi; penggalian, pengolahan, pemanfaatan bahan galian yang bersifat ekonomis.

Penambangan merupakan kegiatan penggalian bahan tambang yang akan diolah dan dipasarkan. Adapun tahapan dari kegiatan penambangan ini yaitu pembongkaran/penggalian, pemuatan kedalam alat angkut dan pengangkutan ke fasilitas pengolahan maupun langsung dipasarkan apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pada kegiatan ini dibutuhkan lahan yang luas dan membutuhkan alat-alat mekanis untuk keperluan produksinya Aktivitas Pemindahan Tanah Mekanis.

Menurut Hasanah, (2020), alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan dan pertambangan keberadaan alat berat dalam proyek pertambangan sangatlah penting untuk menunjang produktivitas dalam mengeksplorasi hasil tambang, misalnya batubara. Banyak keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat yaitu waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, nilai-nilai ekonomis bagi perusahaan tambang batubara tersebut. Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi lapangan yang licin akibat curah hujan yang tinggi akan berpengaruh berupa kerugian, antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya jadwal atau target yang telah ditentukan atau kerugian biaya perbaikan yang tidak semestinya.

1. Delay Time

Delay time merupakan besar waktu hambatan yang terjadi selama satu siklus pengangkutan. *Delay time* juga dianggap *operating cost* dan digunakan dalam perhitungan produktivitas alat, masuknya *Delay time* ini kedalam *hours worked*. Selain itu terdapat waktu-waktu yang harus diperhitungkan seperti waktu alat antri ataupun waktu yang digunakan untuk merapikan dan

menyiapkan *front*, operator minum, operator makan, operator sholat dan waktu hambatan lainnya. Sehingga total waktu *delay* adalah jumlah seluruh waktu hambatan yang terjadi selama alat tersebut bekerja. Waktu *delay* sangat penting pengaruhnya terhadap efisiensi kerja alat karena waktu *delay* menjadi variabel dalam perhitungan total waktu kerja yang dapat dilakukan selama alat tersebut beroperasi. Semakin kecil waktu *delay* maka akan semakin besar efisiensi alat tersebut. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *delay time* sebagai berikut:

a. Faktor Material

Perbedaan kekerasan material yang akan digali sangat bervariasi semakin keras material maka waktu yang diperlukan untuk menggali material yang lama, hal ini bisa menyebabkan terjadinya antrian pada *front* kerja.

b. Faktor Manusia

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

c. Faktor Lingkungan

Faktor ini yang mempengaruhi adalah lingkungan jika lingkungan kerja buruk maka akan terjadi waktu hambatan untuk alat tersebut beroperasi. Contohnya jika terjadi penyempitan pada satu sisi jalan saja maka akan terjadi antrian pada alat angkut tersebut. *Front* Penambangan dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



Sumber : Departement *Engineering*, 2025

Gambar 3.2 *Front Penambangan*

2. *Cycle Time*

Cycle time (waktu edar) adalah waktu yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pengerjaan yang dilakukan oleh suatu alat. Satu siklus *Cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk *excavator* menggali material, menunggu *dump truck* melakukan manuver di *front* penambangan untuk melakukan pengisian, lalu mundur mengarahkan *vessel* menuju *bucket* dari *excavator*, selanjutnya memuatkan material yang akan diangkut berdasarkan kebutuhan untuk memenuhi kapasitas bak *dump truck*, kemudian mengangkut (*hauling*) material menuju *dumping area*, *manuver dumping*, mundur, *dumping*, kemudian kembali dalam keadaan kosong.

a. Waktu Edar Alat Gali Muat

Menurut Fajri et.al, (2019), waktu edar alat gali-muat terdiri dari waktu menggali material, waktu putar dengan *bucket* terisi, penumpahan material, waktu putar dengan *bucket* kosong. Sehingga waktu edar alat gali-muat dapat dirumuskan seperti berikut ini :

$$\text{Cycle time} = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

Cycle time = Waktu Edar Alat Muat (Detik)

T_{m1} = Waktu Menggali Material (Detik)

Tm2	= Waktu Putar Dengan <i>Bucket</i> Terisi (Detik)
Tm3	= Waktu Menumpahkan Muatan (Detik)
Tm4	= Waktu Putar Dengan <i>Bucket</i> Kosong (Detik)

b. Waktu edar alat angkut

Menurut Fajri et.al, (2019), waktu edar alat angkut terdiri dari waktu *manuver loading*, waktu pengisian, waktu angkut material, waktu *manuver dumping*, waktu *dumping*, waktu kembali kosong. Sehingga waktu edar alat angkut dapat dirumuskan seperti berikut ini :

$$\text{Cycle time} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

<i>Cycle time</i>	= Waktu edar alat angkut (Detik)
Ta1	= Waktu mengambil untuk posisi di muat (Detik)
Ta2	= Waktu diisi muatan (Detik)
Ta3	= Waktu mengangkut muatan (Detik)
Ta4	= Waktu mengambil posisi untuk menumpahkan (Detik)
Ta5	= Waktu pengosongan muatan (Detik)
Ta6	= Waktu kembali kosong (Detik)

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

3.2 Faktor–faktor yang Mempengaruhi Target Produksi

Faktor-faktor yang mempengaruhi target produksi adalah sebagai berikut:

1. Jenis Material

Material yang akan digali dan ditangani adalah tanah atau batuan , maka harus diketahui tentang mudah atau tidaknya material tersebut digali dan ditangani.

2. Efisiensi Kerja

Menurut Oemiati et.al, (2020), efisiensi kerja merupakan perbandingan antara

waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia yang dinyatakan dalam persentase (%). Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja akan mengakibatkan waktu kerja efektif semakin kecil sehingga efisiensi kerja juga semakin kecil. Efisiensi sangat penting pengaruhnya terhadap produktivitas kerja alat karena efisiensi menjadi variabel dalam perhitungan produktivitas perjam. Semakin besar efisiensi maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan.

Peningkatan efisiensi kerja alat mekanis akan berpengaruh terhadap pencapaian target produksi tersebut. Belum tercapainya target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan dipengaruhi oleh sistem kerja alat mekanis yang belum efisien dan rendahnya kemampuan produksi saat ini, dimana kemampuan alat mekanis dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi jalan angkut, pola pemuatan, efisiensi kerja, dan keserasian alat muat dan alat angkut. Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja akan mengakibatkan waktu kerja efektif semakin kecil sehingga efisiensi kerja juga semakin kecil. Waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_e = W_t - (W_{hd} + W_{td}) \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

- W_e = waktu kerja efektif (menit)
- W_t = waktu kerja tersedia (menit)
- W_{hd} = waktu hambatan dapat dihindari (menit)
- W_{td} = waktu hambatan yang tidak dapat dihindari (menit)

Setelah menghitung waktu kerja efektif, maka diperoleh efisiensi kerja dengan rumus sebagai berikut:

$$E_k = \frac{W_e}{W_t} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

- E_k = efisiensi kerja (%)
- W_e = waktu kerja efektif (menit)
- W_t = waktu kerja tersedia (menit)

3. Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan adalah pengembangan volume suatu material setelah digali. Di alam material didapati dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian kosong yang terisi dengan udara diantara butir – butirnya (Oemiati dkk, 2020). Berdasarkan volume rumus untuk menghitung *swell factor*, yaitu :

$$Swell\ Factor = \frac{Bank\ Volume}{Loose\ Volume}$$

$$\% Swell = \frac{loose\ Volume - Bank\ Volume}{Bank\ Volume} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

4 Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Faktor pengisian adalah merupakan perbandingan antara kapasitas nyata dan kapasitas baku. Faktor pengisian sangat di pengaruhi oleh keterampilan operator. Hal inilah yang mempengaruhi faktor pengisian, sehingga volume *bucket* tiap pengisian berbeda – beda. Rumus untuk menghitung faktor pengisian adalah sebagai berikut:

$$Ff = \frac{Vn}{Vb} \times 100 \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan :

Ff = Faktor Pengisian *Fill Factor*, (%)

Vn = kapasitas nyata alat (m^3)

Vb = kapasitas baku alat (m^3)

3.3 Produktivitas

Menurut Wijaya (2019), produktivitas adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (biasanya per jam). Pemindahan material dihitung berdasarkan volume (m^3 atau cuyd), sedangkan pada batubara biasanya kapasitas produksi dalam ton.

Produktivitas alat muat dan alat angkut adalah kemampuan produksi alat muat dan alat angkut. Perhitungan produktivitas alat terdapat 2 macam, yaitu secara teoritis dan secara *actual* (nyata). Produksi teoritis alat merupakan hasil terbaik secara perhitungan yang dapat dicapai suatu hubungan kerja alat selama waktu

operasi tersedia dengan memperhitungkan faktor koreksi yang ada. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar produktivitas yang dihasilkan.

a. Produktivitas alat gali-muat

Excavator merupakan mesin besar dengan kemampuan menggali, mengisi, dan memecah (*breaking*). Kemampuan produktivitas alat gali muat merupakan besarnya produktivitas yang terpenuhi secara *real* berdasarkan kondisi yang dapat dicapai. *Excavator* Caterpillar 6020B dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 3.3 *Excavator* Caterpillar 6020B

Rumus dari produktivitas alat gali- muat adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{Kb \times E \times Sf \times 3600}{Ctm} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas Alat Gali Muat (*Bcm/ Jam*)

Kb = Kapasitas *Bucket* (*Lcm*)

Ek = Efisiensi Kerja (%)

Sf = *Swell Factor* (%)

Ctm = Waktu Edar Alat Gali Muat (detik)

b. Produktivitas alat angkut

dump truck sering digunakan karena lebih dapat beradaptasi dan dapat membawa komoditas dengan beban yang berbeda. Salah satu kegiatan atau tugas pengangkutan material, peralatan transportasi digunakan sebagai untuk memindahkan batubara ke gudang sementara dan juga mengangkut bahan *overburden* ke tempat *disposal*. OHT Caterpillar 777E dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut :



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 3.4 OHT Caterpillar 777E

Rumus dari produktivitas alat angkut adalah sebagai berikut :

$$Qa = \frac{Na \times Kb \times E \times Sf \times 3600}{Cta} \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan :

- Qa = Produktivitas Alat Angkut (BCM/jam)
- Na = Jumlah Pengisian Dalam Satu Alat Angkut
- Kb = Kapasitas *Bucket* (Lcm)
- Ek = Efisiensi Kerja (%)
- Sf = Faktor Pengembangan (*Swell factor*)
- Cta = *Cycle Time* Alat Angkut (Detik)

3.5 Match Factor (Keserasian Alat)

Menurut Nurnilam, (2020), *match factor* merupakan faktor yang digunakan dalam menentukan tingkat keserasian kerja alat-alat berat yang dioperasikan dalam kegiatan penambangan (*excavator* dan *dump truck*).

1. Jika $MF < 1$, berarti alat gali muat tidak bekerja 100 %, sedangkan alat angkut mencapai 100%, sehingga terdapat waktu tunggu yang terjadi bagi alat gali menunggu alat angkut.
2. Jika $MF > 1$, berarti alat gali- muat bekerja 100% sedangkan alat angkut tidak bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu alat angkut.

Jika $MF = 1$ berarti alat gali- muat dan alat angkut bekerja 100% maka tidak akan terjadi waktu tunggu. *Match factor* Alat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MF = \frac{Ctm \times Np \times Na}{Cta \times Nm} \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan :

MF = *Match factor* atau faktor keserasian (%)

Ctm = *Cycle time* alat muat (Detik)

Np = Jumlah pengisian

Na = Jumlah alat angkut

Cta = *Cycle time* alat angkut (Detik)

Nm = Jumlah alat muat

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator Caterpillar 6020B* dan Alat Angkut *OHT Cataterpillar 777E* Pada Pengupasan *Overburden*

Waktu edar didapatkan secara aktual di lapangan dengan pengambilan data sebanyak 30 data. Waktu edar alat gali – muat dihitung meliputi waktu menggali material (*digging*), waktu putar *bucket* terisi (*swing loaded*), waktu menumpahkan material (*loading*), dan waktu putar *bucket* kosong (*swing empty*). Waktu edar yang didapat di lapangan adalah dengan rata-rata 31,84 detik. Rata – Rata waktu edar alat gali – muat *Excavator Caterpillar 6020B* dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rata – Rata waktu edar alat gali – muat

Kegiatan	Waktu (Detik)
<i>Digging</i>	16,77
<i>Swing Loaded</i>	4,60
<i>Loading</i>	4,95
<i>Swing Empty</i>	5,42
Rata-Rata	31,84

Sumber: Penulis, 2025

Sedangkan waktu edar alat angkut, Data *cycle time* ini diambil secara *actual* (nyata) dilapangan dengan cara ikut dengan *OHT 777E* untuk mengambil data ini menggunakan *stopwatch*, *Manuver* Isi dimulai pada saat alat angkut mengambil posisi untuk dimuat. *Loading* yang dimana dimulai dengan diisi muatan ke dalam *vessel oht* sampai dengan terisi penuh, *Hauling* Isi dimulai dari alat angkut bergerak sampai berhenti di *disposal*, *Manuver Dumping* dimulai pada saat alat angkut mengambil posisi untuk menumpahkan, *Dumping* dimulai dari bak alat angkut terangkat sampai dengan posisi semula, *Hauling* Kosong dimulai dari alat angkut bergerak sampai ke *front*, Waktu edar yang didapatkan dilapangan dengan rata-rata 512,27 detik. Rata-Rata waktu edar alat angkut *OHT Caterpillar 777E* dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.2 Rata-Rata waktu edar alat angkut

Kegiatan	Waktu (Detik)
<i>Manuver Isi</i>	23,49
<i>Loading</i>	119,20
<i>Hauling Isi</i>	165,65
<i>Manuver Dumping</i>	32,55
<i>Dumping</i>	35,26
<i>Hauling Kosong</i>	140,26
Rata-Rata	512,27

Sumber: Penulis, 2025

4.1.1 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat

Alat Gali Muat yang digunakan untuk kegiatan pengupasan *overburden* pada *highwall* tengah PT Wahana Bandhawa Kencana adalah *excavator* caterpillar 6020B. Maka produktivitas alat gali muat untuk pengupasan *overburden* dapat dilihat sebagai berikut.

Diketahui:

$$Kb = 12 \text{ Lcm}$$

$$Ek = 82 \%$$

$$Sf = 85 \%$$

$$Ctm = 31,84 \text{ Detik}$$

Maka didapatkan kapasitas produksi *overburden* dengan *Excavator* Caterpillar 6020B yaitu :

Rumus Produktivitas Alat Gali Muat :

$$Q = \frac{Kb \times E \times Sf \times 3600}{Ctm}$$

$$Q = \frac{12 \times 0,82 \times 0,85 \times 3600}{31,84}$$

$$Q = 945,67 \text{ (Bcm/jam)}$$

Untuk target produktivitas *excavator* caterpillar 6020B perjam yang sudah ditetapkan perusahaan yaitu 800 *Bcm/jam*. Yang artinya produktivitas alat gali muat *excavator* caterpillar 6020B sudah mencapai target produksi perjamnya yaitu 945,67 *Bcm/jam*.

4.1.2 Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

Alat yang digunakan pada kegiatan pengangkutan *overburden* di *highwall* tengah PT Wahana Bandhawa Kencana adalah *OHT* caterpillar 777E dengan kapasitas *vessel* nya 41 *Bcm*. Maka produktivitas alat angkut untuk pengangkutan *overburden* dapat dilihat sebagai berikut:

Diketahui:

Na = 4 *Bucket*

Kb = 12 *Lcm*

Ek = 82 %)

Sf = 85 %

Cta = 512,27 Detik

Maka di dapatkan kapasitas produksi *overburden* dengan *OHT* caterpillar 777E yaitu :

Rumus Produktivitas Alat Angkut :

$$Qa = \frac{Na \times Kb \times E \times Sf \times 3600}{Cta}$$

$$Qa = \frac{4 \times 12 \times 0,82 \times 0,85 \times 3600}{512,27}$$

$$Qa = 235,11 \text{ Bcm/Jam}$$

Sehingga dapat disimpulkan selama 1 jam kerja 1 unit *OHT* caterpillar 777E dapat melakukan pengangkutan sebanyak 235,11 *Bcm*/jam. 4 unit *OHT* caterpillar 777E dengan total pengangkutan sebanyak 940,44 *Bcm* /jam. Artinya untuk target produksi 800 *Bcm*/jam cukup menggunakan 4 unit *OHT* saja.

4.2 Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Faktor keserasian alat kerja memiliki peran dalam tercapainya target produksi. Keserasian kerja antara alat gali-muat dan angkut perlu diperhatikan sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan alat yang dapat mengganggu kegiatan penambangan. Maka penulis melakukan perhitungan untuk mengetahui keserasian sistem alat gali-muat dan alat angkut tersebut.

Diketahui :

CTm = 31,84 Detik

Np = 4

$$Na = 4$$

$$Cta = 512,27 \text{ Detik}$$

$$Nm = 1$$

Rumus *Match Factor* :

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

$$MF = \frac{31,84 \times 4 \times 4}{512,27 \times 1}$$

$$MF = 0,99$$

Dari hasil perhitungan diperoleh keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut 0,99 hal ini berarti MF sudah mendekati 1, artinya kerja alat muat dan alat angkut sudah sangat serasi dan efisien, sehingga kedua jenis alat tersebut bekerja secara optimal dengan waktu tunggu yang minimal atau bahkan tidak ada sama sekali, sehingga produktivitas keduanya seimbang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan yang sudah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil yang di dapat dari perhitungan produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada penggalian *overburden* yaitu *excavator caterpillar* 6020B sebesar 945,67 Bcm/jam dan *OHT caterpillar* 777E sebesar 235,11 Bcm/jam.
2. Faktor keserasian (*match factor*) alat gali muat *excavator caterpillar* 6020 B dan alat angkut *OHT caterpillar* 777E untuk penggalian *overburden* yaitu MF 0,99 yang berarti MF sudah mendekati 1, artinya kerja alat muat dan alat angkut sudah sangat serasi dan efisien, sehingga kedua jenis alat tersebut bekerja secara optimal dengan waktu tunggu yang minimal atau bahkan tidak ada sama sekali, sehingga produktivitas keduanya seimbang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan saya selama penelitian adapun saran-saran yang dapat saya berikan antara lain:

1. Memaksimalkan perawatan jalan dan pelebaran agar fungsi jalan *hauling* semakin optimal.
2. Melakukan penyiraman jalan yang rutin 30 menit sekali pada saat jalan berdebu dan musim kemarau agar debu berkurang dan pandangan operator tidak terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

- 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), 194-207.
- Isgianda, A.R dkk. 2018. Kinerja alat muat dan angkut pada pengupasan *overburden* PT. Bumi Merapi Energi. *Jurnal pertambangan*. Vol. 3 no. 4.
- Hasanah, D. 2020. Analisis Perbaikan *Delay Time* Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Kegiatan Pemindahan Tanah Penutup Pada *Front* Penambangan PT Artamulia Tata Pratama. Skripsi.
- Fajri, dan Octova. 2019. Analisis Statistik Mendapatkan Waktu *Losstime* Optimal Peralatan Tambang Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan *Overburden* Di *Pit 3* Timur Satuan Kerja Penambangan *Elektrifikasi Shovel and Truck* PT. Bukit Asam Tbk. *Jurnal Bina Tambang*, Vol.5., No.1:2302-3333
- Nurnilam. 2020. Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*). *Jurnal Penelitian*, Vol. 06, No 03.

LAMPIRAN A1. DATA CYCLE TIME ALAT GALI MUAT

A.1 CYCLE TIME EXCAVATOR (DETIK)

NO	<i>Digging</i> (Detik)	<i>Swing Loaded</i> (Detik)	<i>Loading</i> (Detik)	<i>Swing Empty</i> (Detik)	Total
1	25,81	3,22	3,99	5,13	38,15
2	21,64	4,75	3,84	4,99	35,22
3	19,57	4,82	5,25	4,23	33,87
4	16,21	3,28	3,53	5,01	28,03
5	17,12	3,41	4,27	7,23	32,03
6	13,03	4,23	4,73	4,42	26,41
7	27,48	3,54	4,32	5,45	40,79
8	17,02	3,81	4,19	4,87	29,89
9	17,88	3,05	6,78	5,89	33,60
10	15,30	5,45	4,27	4,71	29,73
11	13,37	3,66	5,72	5,23	27,98
12	14,28	5,81	5,35	7,34	32,78
13	16,74	5,87	6,95	6,53	36,09
14	12,79	5,69	5,43	5,93	29,84
15	12,74	5,26	5,77	5,60	29,37
16	15,22	6,11	7,94	5,58	34,85
17	11,75	3,51	6,57	5,22	27,05
18	17,48	6,86	4,11	4,39	32,84
19	15,76	4,29	4,65	5,17	29,87
20	16,44	4,84	5,33	7,25	33,86
21	21,86	3,21	4,43	7,08	36,58
22	15,07	4,37	4,33	5,25	29,02
23	15,78	5,90	4,99	5,59	32,26
24	13,67	5,28	4,19	6,68	29,82
25	14,70	3,41	5,24	5,91	29,26
26	17,61	5,55	4,02	5,99	33,17
27	15,89	6,21	4,90	5,67	32,67
28	16,66	5,21	5,10	3,13	30,10
29	14,59	3,65	4,19	4,32	26,75
30	14,84	5,44	3,57	5,40	29,25
Total	498,30	139,69	147,95	165,19	951,13
R	16,77	4,60	4,95	5,42	31,84
Max	27,48	6,86	7,94	7,34	40,79
Min	11,75	3,05	3,53	3,13	26,41

Sumber: Penulis, 2025

A.2 DISTRIBUSI FREKUENSI *DIGGING*

Jumlah data (n) = 30

Minimal = 11,75

Maksimal = 27,48

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 2,62$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
11,75 – 14,37	6	23,33%	13,06	78,36
14,38 – 17,00	14	14,66%	15,69	219,66
17,10 – 19,72	6	20,00%	18,41	110,46
19,73 – 22,35	2	6,66%	21,04	42,08
22,36 – 24,98	0	0,00%	23,67	0,00
24,99 – 27,61	2	6,66%	26,30	52,60
Total	30	100%	118,17	503,16

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\ &= \frac{503,16}{30} \\ &= 16,77 \text{ (detik)}\end{aligned}$$

A.3 DISTRIBUSI FREKUENSI *SWING LOADED*

Jumlah data (n) = 30

Minimal = 3,05

Maksimal = 6,86

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 0,63$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
3,05 – 3,68	10	33,33%	3,37	33,65
3,69 – 4,32	3	10,00%	4,01	12,02
4,33 – 4,96	4	13,33%	4,65	18,58
4,97 – 5,60	6	20,00%	5,29	31,71
5,61 – 6,24	6	20,00%	5,93	35,55
6,25 – 6,88	1	3,33%	6,57	6,57

Total	30	100%	29,79	138,07
-------	----	------	-------	--------

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{138,07}{30} \\
 &= 4,60 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

A.4 DISTRIBUSI FREKUENSI *LOADING*

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 3,53

Maksimum = 7,94

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 0,73$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
3,53 – 4,26	9	30,00%	3,90	35,06
4,27 – 5,00	9	30,00%	4,64	41,72
5,01 – 5,74	7	23,33%	5,38	37,63
5,75 – 6,48	1	3,33%	6,12	6,12
6,49 – 7,22	3	1,00%	6,86	20,57
7,23 – 7,95	1	3,33%	7,59	7,59
Total	30	100%	34,47	148,67

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{148,67}{30} \\
 &= 4,95 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

A.5 DISTRIBUSI FREKUENSI *SWING EMPTY*

Jumlah data (n) = 30

Minimal = 3,13

Maksimal = 7,34

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 0,70$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
3,13 – 3,83	1	3,33%	3,48	3,48
3,84 – 4,54	4	13,33%	4,19	16,76
4,55 – 5,25	9	30,00%	4,90	44,10
5,26 – 5,96	9	30,00%	5,61	50,49
5,97 – 6,67	2	6,66%	6,32	12,64
6,68 – 7,38	5	16,66%	7,03	35,15
Total	30	100%	31,53	162,62

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{162,62}{30} \\
 &= 5,42 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

A.6 DISTRIBUSI FREKUENSI *CYCLE TIME* ALAT GALI MUAT

Jumlah data (n) = 30

Minimal = 26,41

Maksimal = 40,79

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 2,39$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
26,41 – 28,80	5	16,66%	27,605	138,025
28,81 – 31,20	10	33,33%	30,005	300,05
31,21 – 33,60	7	23,33%	32,405	226,835
33,61 – 36,00	4	13,33%	34,805	139,22
36,01 -38,40	3	10,00%	37,205	111,615
38,41- 40,80	1	3,33%	39,605	39,605
Total	30	100%	201,63	955,35

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{955,35}{30} \\
 &= 31,84 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN B.1 DATA CYCLE TIME ALAT ANGKUT

B.1 CYCLE TIME OHT (DETIK)

NO	<i>Manuver loading (Detik)</i>	<i>Loading (Detik)</i>	<i>Hauling isi (Detik)</i>	<i>Manuver dumping (Detik)</i>	<i>Dumping (Detik)</i>	<i>Hauling kosong (Detik)</i>	Total
1	22,68	108,06	170,69	21,83	33,41	167,90	524,57
2	24,50	112,01	159,80	32,99	37,60	152,55	519,45
3	26,52	114,23	197,69	26,52	34,21	162,94	562,11
4	21,90	103,38	196,89	26,51	31,03	169,24	548,95
5	28,60	143,60	165,23	25,40	40,31	164,63	567,77
6	25,40	108,58	166,30	32,39	28,08	160,51	521,26
7	26,36	108,51	177,90	28,81	31,29	150,39	523,26
8	28,77	127,30	169,81	25,50	32,12	160,59	544,09
9	21,12	164,39	188,33	29,07	45,98	171,34	620,23
10	26,18	102,10	151,88	31,06	34,90	123,23	469,35
11	19,41	100,43	138,94	22,24	24,89	124,48	430,39
12	16,08	115,94	144,08	44,06	36,96	114,53	471,65
13	23,96	155,71	188,09	41,84	35,36	120,54	565,50
14	30,85	122,59	143,33	40,69	32,94	110,09	480,49
15	14,15	124,56	148,29	44,51	37,02	116,15	484,68
16	20,74	130,31	125,59	40,15	42,31	144,42	503,52
17	17,29	115,25	163,92	35,48	35,91	120,49	488,34
18	19,03	131,29	141,96	51,48	34,14	109,79	487,69
19	22,64	104,31	149,91	28,62	31,79	127,10	464,37
20	28,26	100,28	154,05	34,16	40,14	150,38	507,27
21	20,76	102,57	177,14	35,98	31,68	139,56	507,69
22	26,47	106,97	197,03	35,91	33,72	154,50	554,60
23	23,52	104,22	176,41	27,08	39,85	166,58	537,66
24	21,35	113,95	186,47	33,07	36,70	125,26	516,80
25	22,03	108,81	152,45	23,47	40,75	143,45	490,96
26	19,40	117,11	169,41	34,50	24,50	124,07	488,99
27	35,39	124,92	140,34	33,93	34,98	130,25	499,81
28	21,54	106,55	132,51	29,80	39,95	129,65	460,00
29	27,36	127,23	188,09	27,11	36,72	150,87	557,38
30	23,56	149,71	177,83	36,35	35,62	127,12	550,19
Total	705,82	3.554,87	4.940,36	980,51	1.054,86	4.212,60	15.449,02
R	23,49	119,20	165,65	32,55	35,26	140,26	512,27
Max	35,39	164,39	197,69	51,48	45,98	171,34	620,23
Min	14,15	100,28	125,59	21,83	24,50	109,79	430,39

Sumber: Penulis 2025

B.2 DISTRIBUSI FREKUENSI MANUVER LOADING

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 14,15

Maksimum = 35,39

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 3,54$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
14,15 – 17,69	3	10,00%	15,92	47,76
17,70 – 21,24	6	20,00%	19,47	116,82
21,25 – 24,79	10	33,33%	23,02	230,2
24,80 – 28,34	7	23,33%	26,57	185,99
28,35 – 31,89	3	10,00	30,12	90,36
31,90 – 35,44	1	3,33	33,67	33,67
Total	30	100%	148,77	704,80

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\ &= \frac{704,80}{30} \\ &= 23,49 \text{ (detik)}\end{aligned}$$

B.3 DISTRIBUSI FREKUENSI LOADING

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 100,28

Maksimum = 164,39

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 10,68$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
100,28 – 110,96	13	43,33%	105,62	1373,06
110,97 – 121,65	6	20,00%	116,31	697,86
121,66 – 132,34	7	23,33%	127	889
132,35 – 143,33	0	00,00%	137,84	0
143,34 – 154,02	2	6,66%	148,68	297,36
154,03 – 164,71	2	6,66%	159,37	318,74

Total	30	100%	794,82	3576,02
-------	----	------	--------	---------

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{3576,02}{30} \\
 &= 119,20 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

B.4 DISTRIBUSI FREKUENSI *HAULING* ISI

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 125,59

Maksimum = 197,69

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 12,01$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
125,59 – 137,60	2	6,66%	131,595	263,19
137,61 – 149,62	6	20,00%	143,615	861,69
149,63 – 161,64	5	16,66%	155,635	778,175
161,65 -173,66	6	20,00%	167,655	1005,93
173,67 – 185,68	4	13,33%	179,675	718,7
185,69 – 197,70	7	23,33%	191,695	1341,865
Total	30	100%	969,87	4969,55

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{4969,55}{30} \\
 &= 165,65 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

B.5 DISTRIBUSI FREKUENSI *MANUVER DUMPING*

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 21,83

Maksimum = 51,48

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 4,94$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
21,83 – 26,77	7	23,33%	24,3	170,1
26,78 - 31,72	7	23,33%	29,25	204,75
31,73 – 36,67	9	30,00%	34,2	342
36,68 – 41,62	2	6,66%	39,15	78,3
41,63 – 46,57	3	10,00%	44,1	132,3
46,58 – 51,52	1	3,33%	49,05	49,05
Total	30	100%	220,05	976,50

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{976,50}{30} \\
 &= 32,55(\text{detik})
 \end{aligned}$$

B.6 DISTRIBUSI FREKUENSI *DUMPING*

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 24,50

Maksimum = 45,98

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 3,58$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
24,50 – 28,08	3	10,00%	26,29	78,87
28,09 – 31,67	2	6,66%	29,88	59,76
31,68 – 35,26	10	33,33%	33,47	334,7
35,27 – 38,85	8	26,66%	37,06	296,48
38,86 – 42,44	6	20,00%	40,65	243,9
42,45 – 46,03	1	3,33%	44,24	44,24
Total	30	100%	211,59	1057,95

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{1057,95}{30} \\
 &= 35,26 (\text{detik})
 \end{aligned}$$

B.7 DISTRIBUSI FREKUENSI *HAULING EMPTY*

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 109,79

Maksimum = 171,34

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 10,25$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
109,79 – 120,04	3	10,00%	114,915	344,745
120,05 – 130,30	11	36,66%	125,175	1376,925
130,31 – 140,56	1	3,33%	135,435	135,435
140,57 – 150,82	4	13,33%	145,695	582,78
150,83 – 161,08	5	16,66%	155,955	779,775
161,09 – 171,34	6	20,00%	166,215	997,29
Total	30	100%	843,39	4216,95

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\ &= \frac{4216,95}{30} \\ &= 140,56 \text{ (detik)}\end{aligned}$$

B.8 DISTRIBUSI FREKUENSI *CYCLE TIME* ALAT ANGKUT

Jumlah data (n) = 30

Minimum = 430,39

Maksimum = 620,23

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

Interval kelas = $\frac{\text{Maksimum} - \text{minimum}}{\text{jumlah kelas}} = 31,64$

Kelas	Frekuensi (fi)	Persentase	Nilai tengah (xi)	Fi*xi
430,39 – 462,03	2	6,66%	446,21	892,42
462,04 – 493,68	9	30,00%	477,86	4300,74
493,69 – 525,33	9	30,00%	509,51	4585,59
525,34 – 556,98	5	16,66%	541,16	2705,80
556,99 – 588,63	4	13,33%	572,81	2291,24
588,64 – 620,28	1	3,33%	604,46	604,46

Total	30	100%	3152,01	15380,25
-------	----	------	---------	----------

Sumber: Penulis 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{f_i \times x_i}{n} \\
 &= \frac{15380,25}{30} \\
 &= 512,67 \text{ (detik)}
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN C.1 DATA SWELL FACTOR

Tabel C.1 *Swell Factor* untuk beberapa material

Macam Material	Density Insitu (lb/cu yd)	<i>Swell Fctor</i> (%)
Bauksit	2700 -4325	75
Tanah liat kering	2300	85
Tanah liat basah	2800 – 3000	80 – 82
Antrasit	2200	74
Batubara bituminous	1900	74
Bijih tembaga	3800	74
Tanah biasa kering	2800	85
Tanah biasa basah	3370	85
Tanah biasa bercampur	3100	90

Sumber : Partanto Prodjosumanto, 1995

$$Swell = \frac{Bank\ Density\ (ton/m^3)}{Loose\ Density\ (ton/m^3)}$$

$$Swell\ Factor = \frac{1}{Swell}$$

LAMPIRAN D.1 EFISIENSI KERJA PT WAHANA BANDHAWA KENCANA

Tabel D.1 Jadwal Kerja PT Wahana Bandhawa Kencana

Shift	Jadwal	Uraian	Jam
Shift 1	06.00 – 12.00	Bekerja	5
	12.00 – 13.00	Istirahat	1
	13.00 – 18.00	Bekerja	6
Total 1			11
Shift 2	18.00 – 00.00	Bekerja	5
	00.00 – 01,00	Istirahat	1
	01.00 – 06.00	Bekerja	6
Total 2			11
Total keseluruhan jam kerja (total 1 + total 2)			22

Sumber : Penulis 2025

Berdasarkan Tabel D.1 menunjukkan bahwa kegiatan operasi penambangan dilaksanakan selama 22 jam tetapi ini adalah jam kerja di hari sabtu - Kamis. Khusus untuk hari jumat ada pengurangan waktu kerja. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel D.2 sebagai berikut.

Tabel D.2 Jadwal Kerja Hari Jumat PT Wahana Bandhawa Kencana

Shift	Jadwal	Uraian	Jam
Shift 1	06.00 – 11.00	Bekerja	5
	11.00 – 13.00	Istirahat	2
	13.00 – 18.00	Bekerja	5
Total 1			10
Shift 2	18.00 – 00.00	Bekerja	6
	00.00 – 01,00	Istirahat	1
	01.00 – 06.00	Bekerja	5
Total 2			11
Total keseluruhan jam kerja (total 1 + total 2)			21

Sumber : Penulis 2025

Jadwal hari jumat pada Tabel D.2 menunjukkan kisaran waktu kerja perusahaan pada hari tersebut adalah 21 jam waktu untuk bekerja. Setelah waktu kerja harian diketahui maka dapat dilakukan perhitungan waktu tersedia sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Wt &= \frac{22 \text{ jam} \times 6 \text{ hari/minggu} + 21 \text{ jam} \times 1 \text{ hari/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}} \\
 &= 21,85 \text{ jam} \\
 &= 1.311,42 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja tersedia adalah 1.311,42 menit. Hal ini menunjukkan dalam sehari ada waktu tersedia 21,85 jam. Setelah waktu kerja diketahui maka hambatan yang mempengaruhi harus dihitung untuk mengetahui waktu yang efektif untuk bekerja, dan perhitungannya dapat dilihat pada Tabel D.3 sebagai berikut.

Tabel D.3 Hambatan Kerja yang Diketahui

Hambatan	Uraian	1 shift /menit
Hambatan yang dapat dihindari	Terlambat kerja setelah istirahat	10
	Pengisian bahan bakar	20
	Berhenti kerja lebih awal	30
	Total 1	60
Hambatan yang tidak dapat dihindari	P2H/pemeriksaan alat harian	5
	Keperluan ibadah	5
	<i>Slipery</i>	30
	<i>Safety talk</i>	15
	Berangkat ke <i>front</i>	5
Total 2		60
Total keseluruhan hambatan		60+60 = 120

Sumber : Penulis 2025

Tabel D.3 menunjukkan total hambatan yang dapat mempengaruhi efisiensi kerja dengan total 115 menit. Berikut ini adalah perhitungan waktu efektif dan efisiensi kerja.

$$\begin{aligned}
 We &= 1.311,42 - 120 \times 2 \text{ shift} \\
 &= 1.311,42 - 240 \\
 &= 1.071,42 \text{ menit atau } 17,8 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ef &= \frac{We}{Wt} \times 100\% \\
 &= \frac{1.071,42}{1.311,42} \times 100\% \\
 &= 81\%
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN E.1 DATA PRODUKTIVITAS

Tabel E.1 Data Produktivitas

Keterangan	Jumlah
<i>Swell factor</i>	85%
Efisiensi kerja	82%
Kapasitas <i>bucket</i>	12 <i>Lcm</i>

Sumber: PT Wahana Bandhawa Kencana (WBK)

LAMPIRAN F.1 DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar F.1 Persimpangan ke *front*



Gambar F.2 Jalan yang padat



Sumber : Penulis 2025

Gambar F.3 Jalan yang berdebu

LAMPIRAN G.1 SPESIFIKASI ALAT GALI MUAT



Sumber : Penulis 2025

Gambar G. 1 *Excavator* Caterpillar 6020B

Engine: Cat C32 ACERT™, 778 kW

Weight: 230.2 tons

Track Width: 1000 mm

Transport Dimensions: 7.52 m (L), 6.04 m (W), 6.92 m (H)

Dredging Depth: 8.1 m

Maximum Horizontal Reach: 15.9 m

Bucket Capacity: 12 cubic meters

Kabin: Bersertifikasi Pelindung Protektif Operator (Pelindung Atas)

Visibilitas: Tinggi, jendela di lantai, lampu LED, sistem monitoring kamera opsional

Akses: Titian antiselip, tangga 45 derajat, tiga cara keluar darurat cepat

Servis: Isolasi baterai yang dapat dikunci, sakelar penguncian starter, akses aman ke komponen modul daya

Kabin: Senyap dan bertekanan, kursi operator dan kontrol ergonomik, isolasi superior, distribusi udara dalam kabin yang ekstensif melalui unit HVAC yang unggul

Kontrol: Joystick ergonomik, respons dinamis dan presisi, memastikan tidak ada saluran hidraulik di dalam kabin

Desain: Modular, memudahkan akses ke komponen penting dan memungkinkan mesin mudah diservis

Kapasitas: 22 ton, bobot operasi 224 ton

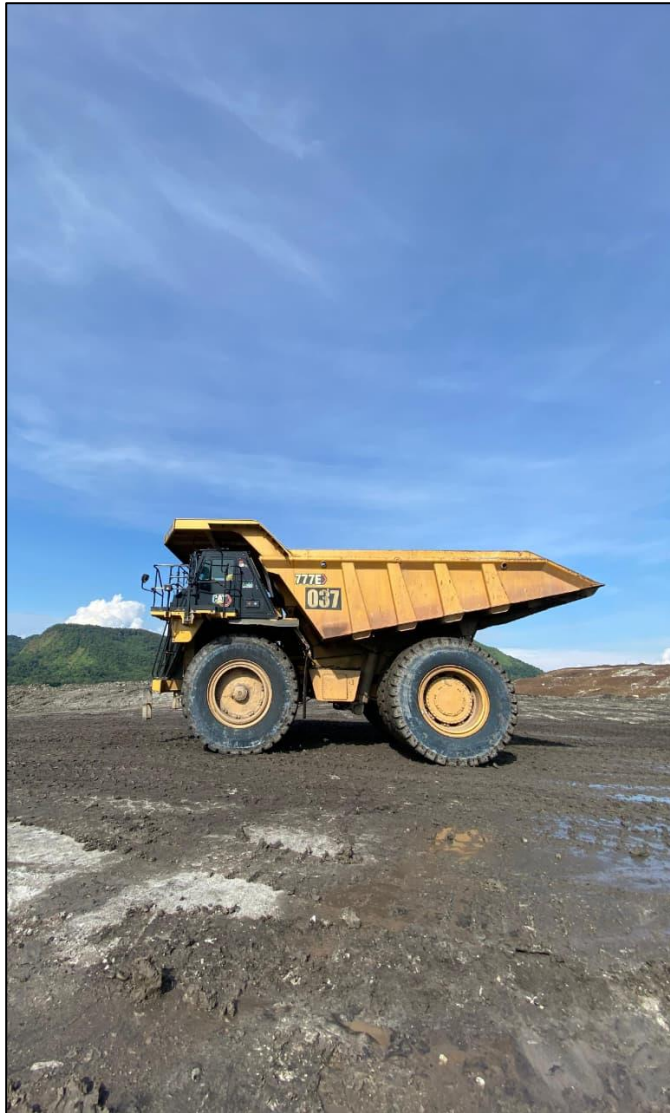
Kombinasi: Cocok berpasangan dengan CAT 777G Off-Highway Truck untuk loading dan hauling yang optimal

Desain: Clean-sheet design, desain kabin yang baru dan menarik, ruang operator dengan tingkat visibilitas yang tinggi

Desain Kabin: Tiga kursi tambahan untuk seorang pelatih dan peninjau, desain kabin dengan tiga kursi pertama di mesin ukuran ini

Desain: Dapat dipasangkan dengan CAT 785 Series mining truck, kapasitas

LAMPIRAN H.1 SPESIFIKASI ALAT ANGKUT



Sumber : Penulis 2025

Gambar H. 1 *Off Highway Truck* caterpillar 777E

Model Engine	Cat® C32B
Kecepatan Engine	1800 r/min
Daya Kotor - SAE J1995:2014	765 kW
Daya Bersih - SAE J1349:2011	711 kW
Torsi Bersih	5130 N·m

Kenaikan Torsi Bersih	36%
Silinder	12
Diameter	145 mm
Langkah	162 mm
Kapasitas Silinder	32.1 l
