TUGAS AKHIR

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT EXCAVATOR KOMATSU PC400 DAN ALAT ANGKUT DUMP TRUCK DONGFENG 375 PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT. GLOBAL ENERGI MAKMUR

ANDIKA PRANANTA

2022310059

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2025

TUGAS AKHIR

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT EXCAVATOR KOMATSU PC400 DAN ALAT ANGKUT DUMP TRUCK DONGFENG 375 PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT. GLOBAL ENERGI MAKMUR

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

ANDIKA PRANANTA

20223100159

Dosen Pembimbing:

Ahmad Husni, S.T., M.T.

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

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2025

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT EXCAVATOR KOMATSU PC 400 DAN ALAT ANGKUT DUMP TRUCK DONGFENG 375 PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT. GLOBAL ENERGI MAKMUR

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Andika Prananta
2022310059

Prabumulih, 04 Agustus 2025

Pembimbing I	Pembimbing II
Ahmad Husni, S.T., M.T.	**Rodiyah Nursani, S.Si., M.T.**
NIDN. 0206106903	**NIDN. 0201037802**

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Komatsu PC400 Dan Alat Angkut Dump Truck DongFeng 375 Pada Pengupasan *Overburden* Di PT. Global Energi Makmur" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari senin, Tanggal 04, Bulan Agustus, dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir.

Prabumulih, 04 Agustus 2025

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

Ketua :

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

Anggota :

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

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

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
PRABUMULIH

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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andika prananta

Nim : 2022310059

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Komatsu PC400 Dan Alat Angkut DumpTruck DongFeng 375 Pada Pengupasan *Overburden* Di PT. Global Energi Makmur

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Prabumulih sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Prabumulih, 04 Agustus 2025

Yang bersangkutan,





KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Komatsu PC400 Dan Alat Angkut DumpTruck DongFeng 375 Pada Pengupasan *Overburden* Di PT Global Energi Makmur.

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. Ibu Rodiyah Nursani, S.Si., M.T. sebagai pembimbing II.
5. Bapak/Ibu dosen selaku 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. Kepala Teknik Tambang, Pimpinan, dan seluruh Staf PT Global Energi Makmur yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
9. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih angkatan 2022 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

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

Prabumulih, 04 Agustus 2025

Andika Prananta
2022310059

ABSTRAK

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT. GLOBAL ENERGI MAKMUR MERAPI BARAT

Andika Prananta, 2022310059, 2025

Program Studi Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih

xiii + 76 halaman, 2 tabel, 10 gambar, 15 lampiran

Kegiatan pengupasan *overburden* merupakan salah satu proses penting dalam sistem penambangan terbuka, di mana keberhasilan produksi sangat dipengaruhi oleh kinerja alat gali muat dan alat angkut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT. Global Energi Makmur, Desa Payo, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Evaluasi dilakukan dengan mengamati waktu siklus kerja (*cycle time*), efisiensi kerja, keserasian alat, serta kendala operasional yang memengaruhi produktivitas. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan dan pengukuran langsung terhadap kombinasi alat yaitu *excavator* dan *dump truck* yang digunakan dalam operasional. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas alat angkut LGMG CMT96 mencapai 112,10 m^3/jam dengan efisiensi kerja yang masih dapat ditingkatkan. Faktor-faktor seperti kondisi jalan, sistem antrian, dan ketersediaan alat menjadi penyebab utama tidak maksimalnya produktivitas. Oleh karena itu, rekomendasi perbaikan operasional difokuskan pada peningkatan sinkronisasi alat, perbaikan jalan angkut, serta pengaturan waktu kerja yang lebih efisien agar produktivitas pengupasan *overburden* dapat ditingkatkan secara optimal.

Kata Kunci: *Overburden*, produktivitas, *excavator*, *dump truck*, efisiensi kerja

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **ii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iv**

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS ..... **v**

KATA PENGANTAR ..... **vi**

ABSTRAK ..... **viii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR GAMBAR ..... **xi**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Batasan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Metode Penelitian 3

1.6 Bagan Alir Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**

2.1 Sejarah Perusahaan 6

2.1.1. Lokasi Pertambangan PT Global Energi Makmur 6

2.1.2. Kesampaian Daerah 7

2.2. Iklim dan Curah Hujan 8

2.3 Keadaan Statigrafi Sumatera Selatan 8

2.4 Organisasi dan Tenaga Kerja 10

2.5 Kegiatan Penambangan 11

BAB III DASAR TEORI **16**

3.1 Batubara 16

3.2 *Overburden* 16

3.3 Definisi *Dump Truck* 17

3.4 Definisi *Excavator* 18

3.5 Alat Gali Muat 19

3.6 Alat Angkut 20

3.7 Penambangan *Open Pit* Batubara 21

3.8 Pengupasan *Overburden* 22

3.9 Faktor-Faktor Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat

dan Alat Angkut 23
3.10 Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat angkut Pada Pengupasan *Overburden* 28
3.11 Match Factor (Keserasian Kerja Alat)..... 31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 34
4.1 Pola Kerja *Excavator* dan *Dump Truck* di PT GEM 34
4.1.1. Sistem Kerja *Excavator* 34
4.1.2. Sistem Kerja *Dump Truck* 35
4.1.3. *Interaksi Kerja Excavator dan Dump Truck* 37
4.1.4. Hambatan dalam Pola Kerja..... 37
4.1.5. Evaluasi Pola Kerja 38
4.2 Waktu Siklus dan Efisiensi Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut 38
4.2.1. Waktu Siklus *Excavator* 38
4.2.2. Waktu Siklus *Dump Truck* 39
4.2.3. Efisiensi Kerja Alat 40
4.3 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Padan Kegiatan Pengupasan *Overburden* 40
4.3.1. Produktivitas *Excavator Komatsu* PC 400 40
4.3.2. Produktivitas *DumpTruck Dongfeng* 375..... 42
BAB V PENUTUP 45
5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran..... 46
DAFTAR PUSTAKA……47

LAMPIRAN……49

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.6 Bagan Alir Penelitian..... 5
Gambar 2.1 Peta Kesampaian untuk Menuju PT Duta Alam Sumatra 7
Gambar 2.2 Pengupasan *Overburden*..... 11
Gambar 2.3 Pengangkutan *Overburden* Menuju Disposal..... 13
Gambar 2.4 Penimbunan *Overburden* di Disposal..... 13
Gambar 2.5 Penggalian dan Pemuatan Batubara Kedalam *Dump Truck*. 14
Gambar 2.6 *Dumping* Batubara di *Penimbunan ROM Stockpile* 15
Gambar 3.1 *Dump Truck* 17
Gambar 3.2 *Excavator* 18
Gambar 3.3 Pengupasan *Overburden*..... 22

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.6. Bagan Alir Penelitian 5
Tabel 2.1. Daftar Koordinat IUP Operasi Produksi PT Duta Alam Sumatera 6

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A. Data Curah Hujan..... 49
Lampiran B. *Cycle Time Excavator Komatsu* PC 400 53
Lampiran C. Distribusi Frekuensi *Cycle Time Excavator*..... 54
Lampiran D *Cycle Time* Alat Angkut (*Dump Truck*)..... 59
Lampiran E. Distribusi Frekuensi *Cycle Time Dump Truck* 60
Lampiran F. Perhitungan Efisiensi Kerja *Excavator* Komatsu PC 68
Lampiran G. Perhitungan Efisiensi Kerja *Dump Truck DongFeng* 375 69
Lampiran H. Perhitungan *Fill Factor Excavator Komatsu* PC 400 70
Lampiran I. Perhitungan *Fill Factor Dump Truck DongFeng* 375..... 71
Lampiran J. Perhitungan *Sweel Factor Excavator Komatsu* PC 400..... 72
Lampiran K. Perhitungan Produktivitas *Excavator Komatsu* PC 400..... 73
Lampiran L. Perhitungan Produktivitas *Dump Truck DongFeng* 375 74
Lampiran M. Perhitungan Waktu Tunggu *Excavator Komatsu* PC 400 75
Lampiran N. Perhitungan Waktu Tunggu *Dump Truck DongFeng* 375..... 75
Lampiran O. Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut 76

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Duta Alam Sumatera (DAS) Merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak pada bidang usaha pertambangan batubara di Indonesia, hasil tambang dari PT Duta Alam Sumatera umumnya masih digunakan untuk kebutuhan domestik. PT Duta Alam Sumatera berlokasi di Desa Payo, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan dan memiliki IUP produksi dengan lahan konsesi sebesar 357 hektar. Dalam kegiatan penambangan batubara PT Duta Alam Sumatera bekerja sama dengan perusahaan kontraktor yaitu PT Cahaya Riau Mandiri (CRM) dan PT Global Energi Makmur (GEM). Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT Duta Alam Sumatera adalah sistem penambangan terbuka yang bisa disebut dengan *open pit*, menggunakan metode penambangan secara konvensional yaitu penambangan dilakukan dengan menggunakan *excavator* dan *dumptruck*.

Batubara adalah batuan *sedimen* yang terdiri sebagian besar dari *material organik* yang terakumulasi selama jutaan tahun. Proses pembentukan batubara dimulai dengan *akumulasi* bahan *organik* yang dikenal dengan gambut, yang selanjutnya mengalami perubahan menjadi l*ignit*, *sub-bituminus*, *bituminus*, hingga *antrasit* tergantung pada tingkat kematangan (*rank*) batubara tersebut. (IMK Muhammad, 2022).

Pit batubara adalah lubang atau cekungan yang diakibatkan oleh kegiatan penambangan batubara. *Pit* ini merupakan area yang telah dikupas tanah permukaannya sampai dengan lapisan batubaranya terlihat. (S Samirdi,Dkk. 2024).

Kegiatan penambangan *open pit* batubara meliputi kegiatan pembersihan lahan, pengupasan *topsoil* dan *overburden*, pengambilan batubara, pemuatan, pengangkutan, serta kegiatan pendukung lainnya. (GAP Alabsyi,Dkk. 2024).

Kegiatan pengupasan *overburden* merupakan penggalian suatu lapisan tanah penutup atau batuan yang berada diatas bahan galian, agar bahan galian tersebut dapat dimanfaatkan. Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*stripping overburden*) meliputi pengusuran dengan menggunakan *bulldozer*, penggalian dan

pemuatan dengan menggunakan *excavator* (*backhoe*) serta pengangkutan dengan menggunakan *dump truck*. Setelah dilakukan proses pengupasan *overburden*, *batubara* digali dengan metode tambang terbuka. (A Halawa, 2021).

Penggunaan alat gali muat yang efektif dapat meningkatkan *produktivitas* pengupasan *overburden*, sehingga dapat mempercepat proses penambangan dan meningkatkan *efisiensi* biaya. Namun, penggunaan alat gali muat yang tidak *efektif* dapat menyebabkan penurunan *produktivitas* pengupasan *overburden*, sehingga dapat memperlambat proses penambangan dan meningkatkan biaya. Oleh karena itu, evaluasi *produktivitas* alat gali muat pada pengupasan *overburden* sangat penting untuk dilakukan, sehingga dapat memperoleh informasi yang akurat tentang produktivitas alat gali muat dan dapat melakukan perbaikan untuk meningkatkan *produktivitas* pengupasan *overburden*.

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengevaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan overvburden di PT Global Energi Makmur, Desa Payo, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pola kerja *Excavator* dan *Dump Truck* yang digunakan.
2. Mengetahui rata-rata waktu siklus dan efisiensi kerja alat gali muat dan alat gali angkut di PT Global Energi Makmur.
3. Mengevaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat *Teoritis*

   Manfaat *Teoritis* yang dapat diambil yaitu:

   a. Dapat menambah wawasan mahasiswa tentang bagaimana produktivitas alat gali muat pada saat pengupasan *overburden*.
   b. Menjalin hubungan kerja sama antara program studi teknik pertambangan Universitas Prabumulih dengan tempat penelitian agar meningkatkan kelulusan melalui kegiatan dilapangan

2. Manfaat *Praktis*

   Manfaat dari penelitian ini adalah perusahaan mendapatkan masukan tentang langkah-langkah yang harus dilakukan agar meningkatkan *produktivitas* penambangan pada perusahaan agar tidak mengalami masalah.

1.5 Metode Penelitian

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

1. Studi *Literatur*

   Studi literatur untuk teori relevan dengan permasalahan, referensinya bisa didapatkan dari buku, jurnal, dan situs internet.

2. Observasi lapangan

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

   Data dapat berupa data *primer* dan data *sekunder*. Data primer yaitu data yang diperoleh dari pengamatan dan analisis yang dilakukan dilapangan. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari sumber lain seperti dari perusahaan dan sumber lainnya.

3. Pengambilan data dan Pengumpulan data

   Pengambilan data dan Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian.

a. Data Primer

1) Waktu siklus (*Cycle Time*) pada alat gali muat.
2) Waktu siklus (*Cycle Time*) pada alat angkut.
3) Data efisiensi waktu kerja
4) Data *produktivitas* alat gali muat dan alat angkut

b. Data Sekunder

1) Deskripsi perusahaan
2) Spesifikasi alat gali muat dan alat angkut
3) Data topografi wialayah perusahaan
4) Data Curah hujan

4. Pengolahan data

   Pengolahan data dilakukan dengan mengamati kondisi penataan lahan yang ada di daerah reklamasi sehingga bisa mendapatkan tingkat keberhasilan lahan yang telah terealisasi.

5. Analisis data

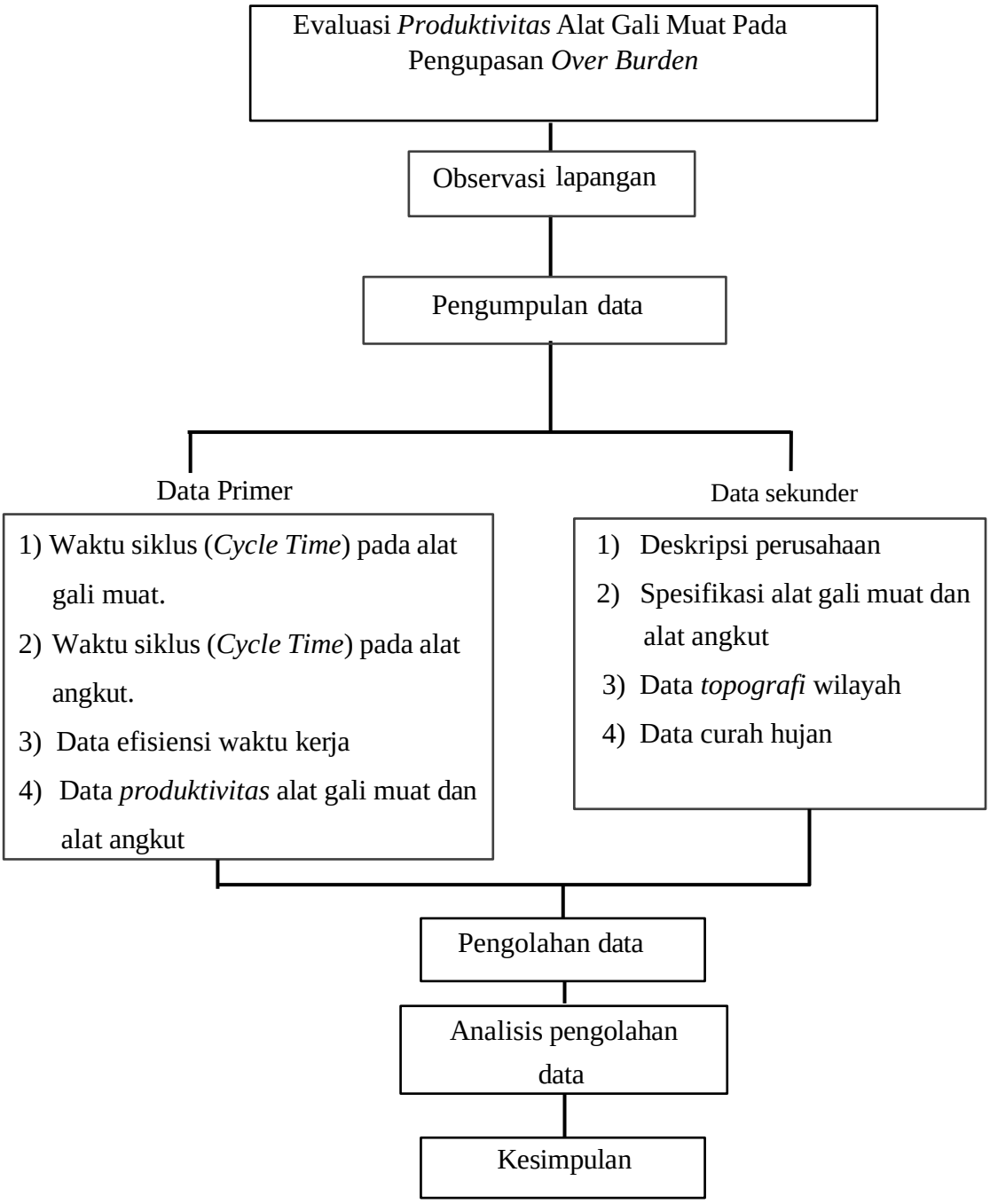
   Analisis data target produksi dan menganalisis keserasian alat gali muat dan alat gali angkut

6. Kesimpulan

   Kesimpulan adalah hasil pembahasan yang merupakan jawaban dari kegiatan penelitian ini.

1.6 Bagan Alir Penelitian

Diagram alir dari kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.6 berikut ini.



Sumber : Penulis (2025)

Gambar : 1.6 *Bagan* alir penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Perusahaan

PT Duta Alam Sumatera mulai mengajukan izin usaha pertambangan pada tahun 2007 kepada pemerintah Kabupaten Kota Lahat, kemudian pada tahun 2008 baru turun surat izin dari Bupati Lahat dan untuk kegiatan eksploitasi lahan sendiri baru dimulai pada tahun 2009. Kepemilikan PT DAS sendiri awalnya dari PT *Max Prima Coal* yang kemudian pada Januari 2014 sahamnya dibeli oleh *Dong-Y*u Group hingga saat ini dibawah pimpinan Egip Suprapto yang bekerja sama dengan konstruksi dari PT Global Energi Makmur, PT Anugrah Bumi Lestari dan PT Karya Raya Adi Pratama.

2.1.1. Lokasi Pertambangan PT Global Energi Makmur

IUP pertambangan PT Global Energi Makmur termasuk kedalam IUP pertambangan PT DAS secara administrasi termasuk ke dalam wilayah Desa Payo, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan dengan luas area izin usaha pertambangan seluas 357 hektar (KW.05.3,LHT.2008) dengan batas koordinat seperti yang tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Koordinasi IUP Operasi Produksi PT Duta Alam Sumatera

	Bujur Timur			Lintang Selatan			Konversi	
							Bujur Timur	Lintang Selatan
1.	103	36	25	-3	45	48	103.6069	-3.763
2.	103	37	5	-3	45	48	103.6181	-3.763
3.	103	37	5	-3	45	59	103.6181	-3.766
4.	103	37	47	-3	45	59	103.6297	-3.766
5.	103	37	47	-3	46	7	103.6389	-3.768
6.	103	38	20	-3	46	7	103.6389	-3.768
7.	103	38	20	-3	46	30	103.6389	-3.775
8.	103	36	25	-3	46	30	103.6069	-3.775

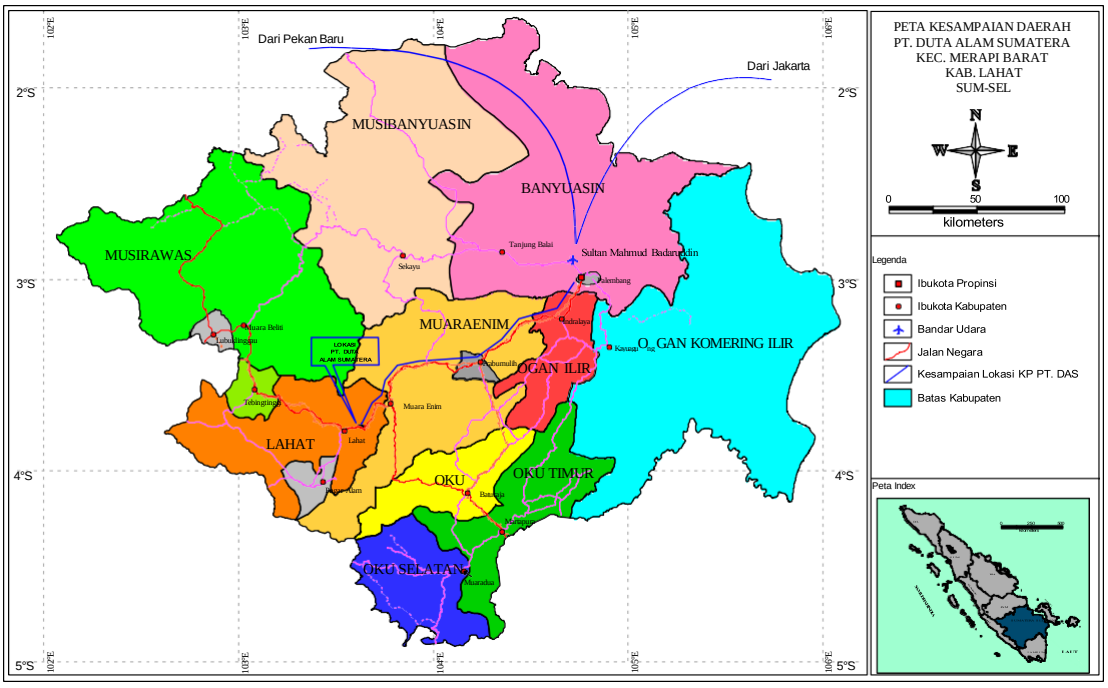
Sumber : Keputusan Bupati Lahat No. 503/415/KEP/PERTAMBEN/200

2.1.2 Kesampaian Daerah

Untuk mencapai lokasi penyelidikan PT Global Energi Makmur Menggunakan kesampaian daerah PT Duta Alam Sumatera dengan rute dari Jakarta diperlukan transportasi sebagai berikut :

1. Dari bandara Soekarno – Hatta, Jakarta menuju bandara Sultan Mahmud Badarudin II, Sumatera Selatan dengan menggunakan pesawat udara ditempuh dalam waktu kurang lebih 1 jam.
2. Dari kota Palembang ke kota Lahat dapat ditempuh melalui jalur darat dengan menggunakan kendaraan roda empat selama ± 5 jam.
3. Dari kota LAHAT menuju Desa Payo Kec. Merapi Barat dapat ditempuh dengan menggunakan roda empat selama ± 20 menit.
4. Dari desa Payo menuju ke lokasi IUP dapat ditempuh selama ± 15 menit .

Peta kesampaian untuk menuju lokasi penyelidikan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber : PT Duta Alam Sumatra

Gambar 2.1 Peta Kesampaian untuk Menuju PT Duta Alam Sumatra

2.2. Iklim dan Curah Hujan

Daerah Desa Payo, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan memiliki *iklim* yang sama dengan *iklim* di daerah Indonesia pada umumnya, yaitu iklim tropis dengan kelembapan dan temperatur tinggi. Seperti kebanyakan daerah, Kabupaten Lahat memiliki *iklim tropis* basah dengan rata-rata suhu udara maksimum 32°C dan minimum 22°C, dengan kelembaban udara 78,58% dan rata-rata kecepatan angin 4,66 km/jam.

Data curah hujan yang didapatkan untuk keperluan hidrogeologi yaitu dari PT Duta Alam Sumatera, yang di letakan di lokasi tambang. Besar kecilnya jumlah air permukaan dipengaruhi oleh kondisi hujan, topografi daerah, jenis batuan dan kondisi *vegetasi*.

Tambang Duta Alam Sumatera memiliki iklim tropis dengan kelembaban dan temperatur yang tinggi (22°C-32°C), yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan yang terjadi pada bulan Oktober sampai bulan April sedangkan pada musim kemarau terjadi pada bulan April sampai dengan bulan Oktober.

Tingkat produksi ini dapat dikejar pada musim kemarau yakni antara April sampai Oktober. Dengan metode penambangan terbuka, seluruh aktivitas penambangan berhubungan langsung dengan udara bebas, sehingga iklim yang ada berdampak langsung pada operasional.

2.3. Keadaan Statigrafi Sumatera Selatan

Urutan *stratigrafi* Sumatera Selatan dari tua ke muda yaitu:

1. Formasi Lahat

   Formasi Lahat terendapkan secara tidak selaras di atas batuan dasar *metamorfik* dan batuan beku pra-Tersier pada kala Paleosen – Oligosen Awal. Formasi ini tersusun atas batuan *sedimen* dan *piroklastik* berupa konglemerat, *breksi vulkanik*, *tuf*, lava, batupasir, dan endapan lahar (Koesomadinata, 1980).

2. Formasi Talang Akar

   Formasi Talang Akar terendapkan secara selaras di atas formasi Lahat pada kala Oligosen Akhir – Miosen Awal. Formasi ini tersusun atas lapisan sedimen dengan tebal hingga 1100 m berupa perselingan batulanau dan batupasir serta

sisipan batubara yang terendapkan pada lingkungan laut dangkal (Koesomadinata, 1980).

3. Formasi Baturaja

   Formasi Batuaraja terendapkan secara selaras di atas formasi Talang Akar pada lingkungan laut dangkal memasukki kala Miosen Awal. Formasi ini tersusun atas lapisan batuan sedimen dengan tebal hingga 160 m berupa batugamping, batugamping pasiran/ serpihan, napal, dan serpih gampingan (Koesomadinata, 1980).

4. Formasi Gumai

   Formasi Gumai terendapkan pada lingkungan neritik menuju laut dalam pada kala akhir Miosen Awal – awal Miosen Tengah. Formasi ini tersusun atas batuan sedimen dengan tebal hingga 2200 m yang terdiri atas batuserpih – gampingan/ karbonan dan pirit, batupasir – gampingan disertai sisipan batulempung, serta napal (Koesomadinata, 1980).

5. Formasi Air Benakat

   Formasi Air Benakat terendapkan secara selaras di atas Formasi Gumai berumur akhir Miosen Tengah – awal Miosen Akhir pada lingkungan laut dangkal. Formasi ini tersusun atas batuan sedimen dengan tebal hingga 500 m yang meliputi perselingan batulempung – pasir disertai sisipan konglomerat gampingan serta sisipan setempat batubara (Koesomadinata, 1980).

6. Formasi Muara Enim

   Formasi Muara Enim terendapkan secara selaras di atas formasi Air Benakat berumur Miosen Akhir – Pliosen.Formasi ini merupakan formasi yang menyimpan endapan batubara dalam jumlah besar sehingga dikenal sebagai formasi pembawa batubara. Mengacu pada kondisi lengkap, formasi ini terbagi menjadi empat anggota yaitu anggota M1, M2, M3, dan M4 (Shell, 1978). Masing- masing anggota memiliki karakteristik tersendiri berupa tebal lapisan tiap sedimen. Formasi ini tersusun atas lapisan sedimen dengan tebal hingga 750 m yang meliputi batulempung, lempung pasiran, pasir dan lapisan tebal batubara (Koesomadinata, 1980).

7. Formasi Kasai

   Formasi Kasai terendapkan di atas formasi Muara Enim pada lingkungan darat

berumur Pliosen Akhir – Pleistosen Awal. Formasi ini tersusun atas batuan vulkanoklastik dengan tebal hingga 450 m berupa tuf dengan sisipan batulempung – pasir tufaan, serta setempat konglomerat dengan kandungan fosil kayu (Koesomadinata, 1980).

2.4. Organisasi dan Tenaga Kerja

Untuk menjamin kelancaran pelaksanaan pekerjaan penambangan batubara PT Global Energi Makmur disusun pola kerja yang tersusun sesuai dengan tugas dan bagian masing–masing. Bentuk organisasi dirancang seefektif mungkin untuk menjamin kelancaran operasi penambangan, baik untuk hal- hal yang bersifat teknis maupun non teknis. Bentuk organisasi fungsional dimana kegiatan pertambangan dibagi menjadi fungsi – fungsi terpisah tetapi masih dalam satu kesatuan dan dapat bekerja sama, selain itu bentuk organisasi ini memang sangat cocok untuk pertambangan karena dapat memaksimalkan fungsi pengawasan .

Organisasi PT GEM dipimpin oleh seorang CEO dan selanjutnya membawahi general manager. General manager membawahi engineering, produksi ,HRD/ GA, finance (keuangan) Kepala engineerin, kepala produksi, masing – masing kepala bagian tersebut didukung oleh staf yang sesuai dengan bidang keahlian tertentu untuk mendukung kelancaran pekerjaan.

Jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk mendukung operasi penambangan bersifat on progress, yaitu disesuaikan dengan kemajuan pekerjaan penambangan. Jumlah tenaga kerja adalah yang terlihat terlibat langsung didalam kegiatan penambangan dan tidak termasuk tenaga ahli dan sewaktu-waktu bekerja untuk menangani proyek khusus yang di miliki oleh perusahaan. Jumlah pekerja di PT GEM sampai bulan April 2025 tercatat sebanyak 551 orang yang dibagi menjadi karyawan tetap 236 orang, karyawan kontrak 315 orang, jumlah ini akan terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan dari pertambangan ini sendiri.

2.5. Kegiatan Penambangan

PT Global Energi Makmur melakukan penambangan melalui sistem tambang terbuka dengan metode open pit. Penambangan melalui sistem shovel truk konvensional, terutama tambang terbuka, memerlukan pembongkaran lapisan tanah penutup untuk menghasilkan batubara. Rencana kerja penambangan yang telah disusun oleh PT Global Energi Makmur mengatur bagaimana aktivitas penambangan dilakukan:

1. Pembersihan lahan *(land clearing)*

   Pembersihan lahan (*land clearing*) dimulai dengan pembabatan vegetasi pepohonan dan semak belukar dengan alat dorong *dozer* D85 . Jika ditemukan pohon dengan diameter lebih 30 cm sehingga sulit untuk didorong, *overburden* disekitar pohon digali dengan alat gali muat *Komatsu* PC 400, kemudian pohon ditumbangkan. *Vegetasi* yang tidak diperlukan akan dipinggirkan dan dibiarkan di lingkungan sekitar. Tidak ada aktivitas pemindahan lahan yang terjadi selama pengamatan penulis. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa tidak ada kebutuhan untuk membuka lahan di tanah sebelumnya. .

2. Pengupasan *overburden* (*stripping overburden*)

   Penggalian, pemuatan, pengangkutan, dan penimbunan adalah semua langkah-langkah yang digunakan dalam proses pengupasan tanah penutup. Pada kegiatan ini, lapisan tanah paling atas juga dikenal sebagai tanah humus, pertama kali dikupas. Tanah humus ini memiliki ketebalan sekitar 60cm. Dalam proses ini, alat yang digunakan adalah excavator Komatsu PC 400 untuk menggali tanah humus dan alat angkut tanah humus *Dump truck DongFeng* EQ3250. Ditakutkan bahwa jika *excavator* yang lebih besar digunakan dapat menyebabkan pencampuran karena humus tidak terlalu tebal sehingga saat penggalian *Komatsu* PC400 tidak mencampur humus dan *overburden*.

   Tanah pucuk yang telah digali selanjutnya ditimbun dan dikumpulkan ditempat yang disebut *top soil bank*. Tanah pucuk selanjutnya akan dihamparkan diatas lahan reklamasi. Tujuan dari penanganan tanah pucuk ini adalah untuk menjaga kondisi tanah pucuk tetap stabil, memastikan bahwa unsur hara tidak tercampur, tanah pucuk tidak mati, dan tanah pucuk tidak tererosi.

Setelah tanah pucuk dipisahkan, kegiatan yang dilakukan selanjutnya adalah pengupasan tanah penutup (*overburden)* dimana pada daerah *pit* PT Global Energi Makmur materialnya berupa tanah liat atau lempung (*clay*) yang basah dan lengket yang masuk dalam kategori material agak keras (*medium hard digging*). Metoda pembongkaran tanah penutup di PT Global Energi Makmur ada 2 cara, yaitu metode *free digging* dan metode *ripping*, dengan target produksi sebesar 51.000 *bcm* untuk bulan Maret 2025.

Biasanya dalam penggalian *overburden* digunakan *bucket* pada *excavator*. Akan tetapi pada kondisi pengamatan di lapangan ditemui material yang sangat keras sehingga perlu dilakukan pembongkaran terlebih dahulu ini bisa dilakukan dengan *ripping.*Untuk *ripping* biasa digunakan *bulldozer Caterpillar* D8T yang dilengkapi *point ripper.* Hal tersebut bertujuan untuk memberai material agar ketika digali oleh *excavator* akan lebih mudah dan bisa meningkatkan produktivitas alat.Setelah itu, material yang telah digali akan dimasukkan kedalam alat angkut berupa *dumptruck.* Proses pemuatan *overburden* menggunakan metode *single spotting* dengan pola pemuatan *top loading. (Gambar 2.2).*



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 2.2. Pemuatan *overburden*

Material diangkut ke area *backfilling* PT Global Energi Makmur dengan menggunakan PC 600 ke dalam satu unit *dumptruck Hanvan* G7 HS 371 selama lima kali. Setelah tanah pucuk dipisahkan, proses selanjutnya adalah pengupasan tanah penutup. Pada area pit PT Global Energi Makmur, tanah liat basah dan lengket yang dikenal sebagai lempung atau tanah liat adalah jenis material yang agak keras, yang berjarak rata-rata 2,3 km. Dapat dilihat pada gambar 2.3



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 2.3. Pengangkutan *Overburden* Menuju *Disposal*

Jumlah alat angkut yang dipasangkan dengan 2 unit PC 400 adalah 12 unit *dump truck Dongfeng EQ3250*, jumlah alat angkut yang dipasangkan dengan 2 unit PC 400 sebanyak 12 unit *dump truck Hanvan* G7 HS 371. *Overburden* yang di-*dumping* di *disposal area* (Gambar 2.4.) nantinya akan digunakan kembali untuk menutupi lubang bekas galian tambang sebagai rencana *reklamasi*.



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 2.4 Penimbunan *Overburden* di *Disposal.*

Adapun disposal di *pit* PT Global Energi Makmur ditimbun dengan *overburden* dan dibentuk persegi dengan volume 1.040.050 bcm. Dengan ketinggian *slope* 25 meter. *Overburden* diangkut menggunakan *dumptruck Dongfeng* EQ3250 dan dibantu oleh dan 2 *dozer* D85 yang berfungsi untuk meratakan timbunan agar sesuai dengan bentuk lereng yang telah direncanakan.

3. Penggalian dan pemuatan batubara (*digging and loading*)

   Proses Penggalian dan Pemuatan Batubara yang telah terberai, kemudian digali dan dimuat dengan PC 400 dengan kombinasi 5-7 *Dump Truck Dongfeng* EQ3250 18-21 Ton. Sistem pemuatan batubara ke *dumptruck* menggunakan *top loading*. Posisi pemuatan batubara menggunakan *single truck back up* dimana *truck* kedua menunggu saat alat muat memuat ke truk pertama, setelah truk pertama selesai di muat dan berangkat, *truck* kedua berputar dan mundur. Kegiatan penggalian dan pemuatan batubara pada *front* penambangan di *Pit* PT Global Energi Makmur menggunakan alat gali-muat 1 unit *excavator Liugong* PC400. Batubara yang telah di-*ripping* langsung digali menggunakan PC400 kemudian dimuat ke dalam alat angkut *dumptruck* Dongfeng 375 dengan kapasitas muatan rata-rata 20 ton dengan rata-rata 12 kali pengisian untuk PC400 (Gambar 2.5). Rencana produksi batubara pada *Pit* PT. Global Energi Makmur pada bulan maret 2025 sebesar 30.500 ton.



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 2.5. Penggalian dan Pemuatan Batubara Ke Dalam *Dump Truck*

4. Penimbunan batubara *(coal dumping)*

   Coal dumping merupakan kegiatan penimbunan batubara yang digali dari *front* pada *stockpile* batubara, kegiatan yang dilakukan sebelum batubara ditimbun di *ROM stock* Inpit berupa kegiatan *dumptruck* yang bermuatan masuk *ROM stockpile*. Batubara yang telah dimuat ke dalam alat angkut *dumptruck* Dongfeng 375 *ROM stockpile* PT Global Energi Makmur yang berjarak 1.874 meter dari *front* penambangan. Alat angkut *Dumptruck* Dongfeng 375 yang digunakan pada *front* penambangan pada *Pit* PT Global Energi Makmur ini adalah sebanyak 5 unit dan 2 unit *Dumptruck* Hanvan G7 HS 371 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 2.6. *Dumping* Batubara di *Penimbunan ROM Stockpile.*

BAB III
DASAR TEORI

3.1. Batubara

Batubara merupakan sumber daya tambang yang tidak termasuk dalam kategori mineral. Proses pembentukannya melibatkan akumulasi sisa-sisa tumbuhan di lingkungan tanpa oksigen, yang kemudian mengalami tekanan dan suhu tinggi dalam jangka waktu yang sangat lama, bahkan mencapai puluhan hingga ratusan juta tahun. Selama proses ini, terjadi pelepasan *oksigen* (O_2) dan air (H_2O), yang menyebabkan peningkatan konsentrasi karbon terikat dalam bahan asal batu bara.

Selain itu, batu bara terdiri dari bahan organik yang disebut *maseral*, serta mengandung mineral, air, dan gas yang terperangkap dalam pori-pori kecil. Komponen *anorganik* ini berasal dari mineral yang terbentuk dari tumbuhan asal dan bahan *organik* yang telah mengalami proses pembatubaraan. Air dalam batu bara dapat berupa air bebas di permukaan atau air yang terikat secara fisik di dalam struktur batu bara.

Secara keseluruhan, batu bara dapat dianggap sebagai campuran kompleks dari berbagai mineral organik dengan struktur senyawa yang beragam, yang terbentuk melalui proses *geologis* dan *biokimia* yang panjang..

3.2 Overburden

Overburden (lapisan batuan penutup) merupakan batuan yang harus disisihkan untuk kemudian dapat mencapai bijih yang ditambang dan diproses untuk selanjutnya memperoleh logam untuk keperluan perniagaan. (PT *Freeport* Indonesia 2023). *Overburden* terdiri dari berbagai material alami yang menutupi deposit mineral, antara lain:

1. *Topsoil*: Lapisan tanah paling atas yang kaya akan bahan *organik*.
2. *Subsoil*: Lapisan tanah di bawah *topsoil* dengan kandungan organik lebih rendah.
3. Batuan Lapuk: Batuan yang telah mengalami pelapukan fisik atau kimia.
4. Batuan Keras: Seperti batu pasir, serpih, atau batu kapur.

5. *Deposit Aluvial* atau *Vulkanik*: Material yang terbawa oleh air atau aktivitas *vulkanik*.

3.3. Definisi *Dump Truck*

Dump truck adalah kendaraan berat atau alat transportasi material dengan sistem pengangkutan terbuka di bagian belakangnya. Dengan sistem *hidrolik* yang mampu mengangkat *bak* hingga sudut tertentu, *dump truck* memungkinkan proses pembongkaran material secara otomatis tanpa perlu tenaga manusia. Alat ini merupakan tulang punggung operasional di pertambangan batubara dan mineral, khususnya pada *hauling* (pengangkutan) *overburden*, tanah, dan batubara. Selain digunakan di sektor tambang, *dump truck* juga digunakan untuk distribusi material bangunan di lokasi konstruksi. Ada berbagai jenis *dump truck* seperti *rear dump*, *side dump*, dan *articulated dump truck* sesuai kondisi dan medan operasi.



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 3.1. *Dump Truck*

PT Global Energi Makmur menggunakan 2 jenis *dump truck* yang total jumlah keseluruhan unit *dump truck* berjumlah 56 unit. Dan telah dibagi menjadi 2 bagian yang pertama diletakkan di bagian *Overburden* dan yang kedua diletakkan di bagian Batubara antara lain yaitu *Dumptruck* Dongfeng 375, *Hanvan* G7 HS 371.

3.4. Definisi *Excavator*

Excavator adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), *boom* (bahu) serta bucket (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga *hidrolis* yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*). *Excavator* merupakan alat berat paling serbaguna karena bisa menangani berbagai macam pekerjaan alat berat. (PT KMMI, 2021). Yang bisa dilihat pada (Gambar 3.2)



Sumber : Penulis, 2025

Gambar 3.2. Excavator

PT Global Energi Makmur menggunakan 2 jenis dump truck yang total jumlah keseluruhan unit dump truck berjumlah 56 unit. Dan telah dibagi menjadi 2 bagian yang pertama diletakkan di bagian *Overburden* dan yang kedua diletakkan di bagian Batubara antara lain yaitu *dump truck Dumptruck* Dongfeng 375, *Hanvan* G7 HS 371.

3.5. Alat Gali Muat

Alat gali muat adalah mesin yang dirancang untuk melakukan pekerjaan galian dan pemuatan material dengan efisiensi tinggi, digunakan dalam proyek *konstruksi*, tambang, dan reklamasi.

Fungsi utama alat gali muat pada area pertambangan :

1. Menggali dan Mengambil Material Tambang :

   Alat gali muat digunakan untuk menggali material tambang, seperti batu bara, bijih nikel, emas, pasir, dan tanah lapisan atas. *Excavator*, *dragline*, dan *hydraulic shovel* adalah contoh alat gali muat yang sering digunakan dalam proses ini.

2. Memuat Material ke Alat Angkut :

   Setelah material digali, alat gali muat langsung memindahkannya ke alat angkut seperti *dump truck*, *belt conveyor*, atau *hopper crusher*. *Wheel loader* dan *hydraulic shovel* sering digunakan untuk mempercepat pemuatan *material*. *Efisiensi* pemuatan sangat mempengaruhi *produktivitas* tambang karena berkaitan dengan jumlah material yang bisa diangkut dalam satu siklus kerja.

3. Mengupas Lapisan Tanah Penutup (*Overburden Removal*) :

   Sebelum menambang bahan galian utama, sering kali diperlukan pengupasan tanah penutup (*overburden*) yang tidak memiliki nilai ekonomis. *Dragline excavator* dan *backhoe loader* sering digunakan untuk menghilangkan lapisan ini agar material bernilai ekonomi bisa diekspos. Pengelolaan *overburden* yang baik akan mempermudah proses tambang dan reklamasi lahan di kemudian hari.

4. Membantu Proses *Reklamasi* Tambang :

   Setelah suatu area tambang selesai dieksploitasi, alat gali muat digunakan untuk meratakan kembali lahan, mengisi kembali lubang bekas galian, dan membantu proses *revegetasi*. *Excavator* dan *dozer* sering digunakan dalam tahap ini untuk menata kembali permukaan tanah sebelum ditanami *vegetasi* baru.

5. Mengurangi Waktu Siklus Operasi Tambang :

   Alat gali muat yang efisien akan mempercepat waktu siklus operasi, yaitu waktu yang dibutuhkan dari penggalian hingga pemuatan dan pengangkutan.

3.6. Alat Angkut

Alat angkut adalah alat berat yang digunakan untuk memindahkan material dari tempat pengambilan ke tempat pembuangan, penumpukan, atau pemrosesan. Alat ini harus dipilih berdasarkan jenis material, jarak tempuh, medan, dan efisiensi waktu serta biaya. (M. Abdurrachman, 2020).

Dump truck merupakan alat angkut yang digunakan pada jarak dekat dan jauh. Pemilihan *dump truck* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti cara penumpahannya, ukuran dan lain sebagainya. Syarat yang penting agar *dump truck* dapat bekerja secara efektif adalah jalan kerja yang keras dan rata. Dalam penggunaannya alat angkut (*dump truck*) harus berimbang dengan alat muat, karena ada kemungkinan dump truck yang menunggu untuk dimuat. Beberapa faktor yang mempengaruhi efektifitas kerja alat angkut:

1. Keadaan jalan

   Keadaan jalan meliputi kekerasan dan kehalusan permukaan jalan, permukaan yang tinggi sangat berpengaruh terhadap proses pengangkutan, jalan yang licin juga berpengaruh besar terhadap kecepatan alat angkut untuk membawa material bahan galian.

2. Lebar jalan

   Pada kegiatan tambang terbuka, lebar jalan sangat berpengaruh terhadap besarnya produksi alat angkut. Lebar jalan angkut dibuat berdasarkan lebar dari unit terbesar yang melewati jalan tersebut.

3. Tanjakan maksimum dan jarak pengangkutan

   Tanjakan maksimal biasanya dinyatakan dalam persen (%). Biasanya untuk jalan tambang yang baik besarnya tanjakan maksimumnya adalah 8%, yang artinya jalan tambang naik sebesar 8 meter setiap jarak mendatar 100 meter.

4. Efisiensi kerja

   Dalam kegiatan pengangkutan waktu produktif yang digunakan kendaraan angkut kadang berada di bawah kondisi ideal dari waktu yang tersedia. Hal ini karena adanya hal-hal yang tidak dapat dihindari seperti kondisi lapangan kerja, persiapan alat, keterampilan operator, pengisian bahan bakar minyak dan lain sebagainya yang bisa mengurangi efisiensi kerja tersebut.

5. Iklim dan cuaca

   Iklim dan cuaca sangat berpengaruh terhadap aktivitas kegiatan penambangan. Pada musim hujan jalan tambang akan berair dan licin, begitu juga sebaliknya dimusim kemarau jalan tambang akan penuh debu yang dapat menghalangi pemandangan para operator alat angkut dan juga mengurangi kecepatan alat angkut.

3.7. Penambangan *Open Pit* Batubara

Penambangan *open pit* (tambang terbuka) adalah metode penambangan yang dilakukan di permukaan tanah dengan cara menggali material secara bertingkat hingga mencapai lapisan batubara yang diinginkan. Metode ini digunakan untuk cadangan batubara yang letaknya relatif dekat dengan permukaan dan ekonomis untuk ditambang dibandingkan dengan metode bawah tanah (*underground mining*).

Penambangan batubara dengan metode *open pit* dilakukan melalui beberapa tahapan utama:

1. *Eksplorasi* dan Studi Kelayakan :

   Melakukan pemetaan geologi untuk mengetahui lokasi dan ketebalan cadangan batubara. Melakukan uji laboratorium untuk menentukan kualitas batubara. Studi ekonomi untuk menilai kelayakan proyek, termasuk analisis biaya dan potensi keuntungan.

2. Desain dan Perencanaan Tambang :

   Menentukan bentuk dan dimensi pit sesuai dengan kondisi geologi dan Cadangan batubara. Merancang sistem penyaliran tambang agar tambang tidak tergenang air. Menentukan jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk operasi tambang.

3. Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (*Overburden Removal*) :

   Lapisan tanah dan batuan yang menutupi batubara harus dikupas terlebih dahulu menggunakan *excavator*, *dragline*, atau *dozer*. Material tanah yang dikupas bisa digunakan untuk *reklamasi* setelah tambang selesai.

4. Penambangan Batubara :

   Setelah lapisan tanah penutup diangkat, batubara ditambang dengan alat gali muat seperti *hydraulic excavator* dan *backhoe*. Batubara yang ditambang

diangkut menggunakan *dump truck* atau *conveyor* ke tempat penyimpanan.

5. Pengangkutan dan Pengolahan Batubara :

   Batubara diangkut dari lokasi tambang ke *stockpile* untuk disimpan sementara. Kemudian batubara dikirim ke *crusher* untuk dihancurkan menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai permintaan pasar. Setelah itu, batubara dikirim ke pelabuhan atau pelanggan melalui jalur transportasi seperti kereta api, truk, atau kapal.

6. *Reklamasi* dan Penutupan Tambang :

   Setelah cadangan batubara habis, area tambang harus direklamasi sesuai dengan peraturan lingkungan. Tanah yang telah digali dikembalikan dan ditata ulang, kemudian dilakukan penanaman kembali *vegetasi* agar lingkungan pulih seperti semula.

3.8. Pengupasan *Overburden*

Overburden adalah lapisan tanah, batuan, atau material lain yang menutupi cadangan mineral atau batubara yang akan ditambang. Pengupasan *overburden* adalah proses menghilangkan lapisan ini agar material berharga dapat diakses dan ditambang secara *efisien*. Pengupasan *overburden* merupakan tahap awal dalam metode penambangan terbuka (*open pit mining*), terutama di pertambangan batubara. Tanpa pengupasan *overburden* yang *efektif*, proses *ekstraksi* batubara tidak bisa dilakukan dengan *optimal*.



Sumber : www.youtube.com

Gambar : 3.3 Pengupasan *Overburden*

3.9. Faktor -Faktor Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Produktivitas alat gali-muat dan alat angkut dalam operasi pertambangan atau konstruksi dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat dikategorikan ke dalam faktor teknis, operasional, lingkungan, dan manusia.

1. Alat gali muat

a. Faktor Teknis

Faktor teknis berkaitan dengan karakteristik alat gali-muat itu sendiri serta kesesuaiannya dengan kondisi kerja.

1) Kapasitas *Bucket* :

Kapasitas *bucket* menentukan seberapa banyak material yang dapat diangkut dalam satu siklus kerja. *Bucket* yang lebih besar meningkatkan kapasitas muat tetapi mungkin mempengaruhi efisiensi jika alat tidak sesuai dengan kondisi medan.

2) Daya Mesin :

Mesin yang lebih kuat memungkinkan alat gali-muat bekerja lebih cepat dan lebih efisien dalam kondisi material yang keras. Mesin yang kurang bertenaga akan lebih lambat dan dapat mengalami *overheating* jika dipaksa bekerja terlalu berat.

3) Kecepatan Operasi :

Kecepatan dalam melakukan penggalian, pemuatan, dan pergerakan sangat berpengaruh terhadap siklus kerja. Kecepatan yang optimal membantu mengurangi waktu idle dan meningkatkan produktivitas.

4) Jenis Alat Gali-Muat :

Berbagai jenis alat gali-muat memiliki karakteristik yang berbeda:

Excavator cocok untuk penggalian dalam berbagai kondisi. *Wheel loader* lebih cepat dalam memuat material yang sudah digali. *Backhoe loader* lebih fleksibel untuk pekerjaan dengan ruang terbatas. Shovel lebih efektif dalam tambang terbuka untuk material yang besar.

b. Faktor *Operasional*

Faktor ini berkaitan dengan bagaimana alat digunakan dan dikelola dalam operasi lapangan.

1) Pola dan Metode Kerja :

Pemilihan pola kerja yang tepat (misalnya pola lurus atau zig-zag) mempengaruhi efisiensi alat. Metode kerja yang baik mengurangi waktu siklus dan meningkatkan produktivitas.

2) Sinkronisasi dengan Alat Angkut :

Keseimbangan antara jumlah alat gali-muat dan alat angkut sangat penting. Jika alat angkut terlalu sedikit, alat gali-muat harus menunggu, sehingga menurunkan produktivitas.

3) Jarak dan Waktu Angkut :

Semakin jauh jarak antara lokasi gali-muat dan tempat pembuangan, semakin lama waktu siklus kerja. Optimalisasi jalur angkut dapat mengurangi waktu tempuh dan meningkatkan produktivitas.

4) Ketersediaan Material :

Material yang tersebar merata lebih mudah digali dan mempercepat proses muat Jika material sulit diakses, waktu siklus akan meningkat.

5) Waktu Siklus Kerja (*Cycle Time*) :

Waktu siklus terdiri dari waktu gali, waktu muat, waktu pergerakan, dan waktu kosong. Semakin pendek waktu siklus, semakin tinggi produktivitas alat gali-muat.

c. Faktor Lingkungan

Lingkungan kerja sangat mempengaruhi efisiensi alat gali-muat.

1) Jenis dan Karakteristik Material :

Material lunak seperti pasir lebih mudah digali dibandingkan batuan keras. Material lengket seperti lempung dapat menghambat efisiensi alat.

2) Kondisi Medan :

Medan berbatu atau curam menyulitkan operasi alat gali-muat. Permukaan yang rata dan stabil lebih ideal untuk operasi yang efisien.

3) Cuaca dan Iklim :

Hujan dapat menyebabkan lumpur, yang memperlambat pergerakan alat. Panas berlebih dapat menyebabkan overheating pada mesin. Kabut atau *visibilitas* rendah dapat memperlambat operasi dan meningkatkan risiko kecelakaan.

4) Pencahayaan Lokasi :

Pencahayaan yang buruk saat bekerja di malam hari mengurangi efisiensi operator. Penerangan yang cukup memastikan operator dapat bekerja dengan optimal.

d. Faktor Manusia

Keterampilan dan manajemen operator juga berpengaruh besar terhadap produktivitas alat gali-muat.

1) Keahlian dan Pengalaman *Operator* :

Operator yang terlatih dapat mengoperasikan alat dengan lebih efisien. *Operator* yang kurang terampil dapat memperlambat siklus kerja dan meningkatkan konsumsi bahan bakar.

2) Tingkat Konsentrasi dan Kelelahan :

Operator yang lelah atau kehilangan fokus lebih lambat dalam bekerja dan lebih rentan terhadap kesalahan. Pengaturan shift kerja yang baik dapat meningkatkan produktivitas.

3) Kepatuhan terhadap SOP (*Standard Operating Procedure*) :

Mengikuti prosedur operasional standar memastikan alat bekerja dengan optimal. Mengabaikan SOP dapat menyebabkan kerusakan alat dan kecelakaan kerja.

4) Manajemen dan Supervisi :

Pengawasan yang baik memastikan *operator* bekerja sesuai target produktivitas.Sistem insentif berbasis kinerja dapat meningkatkan motivasi *operator*.

2. Alat Angkut

a. Kapasitas Muatan Alat Angkut

1) Kapasitas *bak truk* (dalam m^3 atau ton) menentukan berapa banyak material yang bisa diangkut dalam satu kali *trip*.

2) Truk besar cocok untuk volume besar, tetapi hanya efektif jika didukung oleh alat gali muat yang sebanding dan jalan yang memadai.
3) Muatan tidak boleh *overloading* karena dapat menyebabkan kerusakan jalan, konsumsi BBM berlebih, dan risiko kecelakaan.

b. Jarak Angkut (*Haul Distance*)

1) Semakin jauh jarak antara titik muat dan titik buang, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus angkut.
2) Jarak angkut yang jauh akan menurunkan produktivitas per jam, kecuali didukung kecepatan tinggi atau kapasitas besar.

c. Waktu Siklus Angkut (*Cycle Time*)

Waktu siklus terdiri dari:

1) Waktu muat (*loading time*) – waktu menunggu dan proses pemuatan oleh alat gali muat.
2) Waktu tempuh maju (*travel time to dump*) – waktu yang dibutuhkan menuju lokasi pembuangan.
3) Waktu bongkar (dumping *time*) – termasuk waktu antre dan bongkar muatan.
4) Waktu tempuh kembali (*return travel time*) – waktu kembali ke titik muat.

Semakin pendek waktu siklus → semakin banyak trip → produktivitas lebih tinggi.

d. Kondisi Jalan Angkut (*Haul* Road *Condition*)

1) Jalan yang lebar, rata, dan berdrainase baik akan mempercepat waktu tempuh dan mengurangi risiko terguling.
2) Jalan yang berlumpur, menanjak, berlubang, atau licin akan memperlambat kendaraan dan memperbesar konsumsi bahan bakar.
3) Gradien jalan yang ideal untuk alat angkut tambang maksimal ±8–10%.

e. Sinkronisasi dengan Alat Gali Muat

1) Alat gali muat dan alat angkut harus bekerja secara terkoordinasi:
   a. Jika truk terlalu sedikit → alat gali muat *idle*.
   b. Jika truk terlalu banyak → antre panjang → idle time meningkat.
2) Rasio ideal tergantung pada jenis alat dan waktu siklus (contoh: 1

excavator dilayani 3–4 dump truck).

f. Kecepatan Operasional

Kecepatan tempuh truk dipengaruhi oleh:

1) Medan (datar atau berbukit)
2) Jenis kendaraan (*rigid* vs *articulated*)
3) Beban muatan
4) Keterampilan pengemudi

g. Waktu Tunggu (*Idle Time*)

Terjadi jika:

1) *Truk* menunggu giliran muat karena *excavator* terlalu lambat.
2) *Truk* mengantre lama di area pembuangan karena tempat bongkar sempit.
3) Waktu *idle* memperburuk efisiensi dan boros BBM.

h. *Operator* / Sopir

Operator yang berpengalaman dapat:

1) Menentukan jalur tercepat.
2) Melakukan bongkar muat dengan efisien.
3) Menjaga kondisi kendaraan dan keselamatan kerja.

i. Kondisi Cuaca dan Lingkungan

1) Hujan → jalan berlumpur → kecepatan turun.
2) Panas ekstrem → risiko *overheating* mesin.
3) Debu → mengganggu *visibilitas*, meningkatkan keausan mesin.

j. Perawatan dan Kondisi Alat

1) *Truk* dengan kondisi mesin baik, ban layak pakai, dan sistem rem optimal akan membuat pekerjaan lebih cepat dan aman.
2) Perawatan rutin mencegah kerusakan mendadak dan menurunkan *downtime*.

k. Jenis dan Berat Material

1) Material ringan seperti tanah lempung kering mudah diangkut agar lebih efisien.
2) Material berat dan basah (misalnya batubara basah, lumpur) agar memperlambat kecepatan dan bisa mengurangi umur pakai kendaraan.

3.10. Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat angkut Pada Pengupasan *Overburden*

Evaluasi produktivitas dalam pengupasan *overburden* adalah proses analisis dan pengukuran kinerja alat-alat tambang, terutama alat gali-muat dan alat angkut, dalam menghilangkan lapisan tanah penutup (*overburden*) untuk mencapai lapisan bijih atau batubara. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan efisiensi kerja alat, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan hasil kerja. Evaluasi ini mencakup pengukuran *produktiv* itas, analisis waktu siklus, efisiensi kerja, keseimbangan dengan alat angkut, konsumsi bahan bakar, serta faktor lingkungan dan keselamatan.

1. Produktivitas Alat Gali-Muat

Produktivitas teoritis dihitung berdasarkan kapasitas alat dalam kondisi ideal tanpa hambatan seperti waktu *idle*, antrean alat angkut, atau kondisi medan yang buruk.

a. Kapasitas *bucket aktual*

Kapasitas *bucket* yang digunakan dalam perhitungan adalah kapasitas aktual, yaitu kapasitas teoritis yang dikoreksi dengan *fill factor* (persentase pengisian *bucket*)

$Ca = Ct \times F$ .....(3.1)

Dimana :

a. C_a = Kapasitas *bucket aktual* (m^3)
b. C_T = Kapasitas *bucket teoritis* (m^3)
c. F_ f = *Fill factor* (persentase pengisian *bucket*, tergantung jenis material, misalnya 90% untuk tanah lempung, 80% untuk batuan keras)

b. Waktu Siklus alat gali muat (CTm)

Merupakan penjumlahan dari waktu penggalian muatan, waktu ayunan bermuatan, waktu untuk menumpah muatan, dan waktu ayunan kosong dihitung dengan persamaan. :

Rumus :

$CTm = Am + Bm + Cm + Dm$

Keterangan :

CTm : Total waktu edar alat gali muat (menit)

Am : Waktu untuk penggalian muatan (menit)

Bm : Waktu ayunan bermuatan (menit)

Cm : Waktu untuk menumpahkan muatan (menit)

Dm : Waktu ayunan kosong (menit)

2. *Produktivitas* Alat Gali-Muat

Produksi Alat Gali-Muat

a. Produksi Perjam

$$P = \frac{EFF \times KB \times SF \times FF \times 60\ menit/jam}{Ct} \quad \text{.....(3.2)}$$

Dimana :

P = Produksi alat gali-muat (ton/jam)

EFF = Efesiensi Kerja (%)

KB = Kapasitast *Bucket* (m3)

SF = *Swell factor*

FF = *Fill factor* (%)

Ct = *Cycle time* (menit)

b. Produksi Perhari

P = Produksi perjam × waktu tersedia

c. Produksi Perbulan

P = Produksi perhari × 30 hari

3. Produktivitas Alat Angkut

Alat angkut dalam tambang adalah kendaraan berat yang digunakan untuk memindahkan material hasil penggalian dari lokasi muat ke lokasi buang (*disposal area, stockpile*, atau *crusher*).

a. Waktu Edar Alat Angkut (CTa)

Merupakan penjumlahan dari waktu mengatur posisi untuk siap dimuat, waktu menunggu untuk dimuat, waktu pengisian muatan, waktu mengangkut muatan, waktu menggambil posisi untuk penumpahan muatan, waktu menumpahkan muatan, waktu kembali kosong. Dapat dihitung dengan

Persamaan sebagai berikut :

Rumus :

$$CTa = Ti + Ta + Tmd + Td + Tk + Tml \quad \text{.....(3.3)}$$

Keterangan :

Cta = waktu edar alat angkut (s)

Ti = waktu pengisian (s)

Ta = waktu angkut material (s)

Tmd = waktu manuver dumping (s)

Td = waktu dumping (s)

Tk = waktu kembali kosong

Tml = waktu manuver loading (s)

b. Produksi alat angkut

1) Produksi Perjam

$$P = \frac{n(EFF\ x\ KB\ x\ SF\ x\ FF\ x\ 60\ menit\ jam)}{Ct} \quad \text{..... (3.4)}$$

Dimana :

P = Produksi alat angkut (ton/jam)

N = Jumlah pengisian

EFF = *Efisiensi* Kerja (%)

KB = Kapasitas *Bucket* (m3)

SF = *Swell Factor*

FF = *Fill factor*/faktor pengisian (%)

Ct = *Cycle time* (menit)

2) Produksi Perhari

P = Produksi perjam × waktu tersedia

3) Produksi Perbulan

P = Produksi perhari × 30 hari

4. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja ini akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Untuk memperoleh waktu kerja yang efektif dapat dilakukan dengan cara memperkecil hambatan-hambatan tersebut. (Oemiati dkk, 2020). Waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

We = Wt – (Whd + Whtd)..... (3.5)

Keterangan:

We = waktu kerja efektif, menit

Wt = waktu kerja tersedia, menit

Whd = waktu hambatan dapat dihindari, menit

Wtd = waktu hambatan tidak dapat di hindari, menit

5. Faktor Pengisian (*Fill factor*).....(3.6)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas teoritis alat tersebut. Besarnya faktor pengisian suatu alat muat sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ukuran butir material, kondisi material, dan jumlah stok material yang sedang dikerjakan (*angle ofrefuse*), serta keterampilan dan pengalaman *operator*.

a. Metode perhitungan

Metode perhitungan ini biasanya dilakukan perhitungan langsung di lapangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FF = \frac{\text{Kapasitas nyata}}{\text{Kapasitas teoritis}} \text{ x } 100\% \quad \text{..... (3.7)}$$

6. *Swell Factor* (Faktor Pengembangan)

Swell Factor (Faktor Pengembangan) merupakan pemindahan *volume* material dari keadaan semula yang terkonsolidasi dengan baik sebagai akibat adanya pembongkaran dan penggalian, maka semakin banyak ruang kosong dan terisi udara diantara butir-butir material tersebut. Persamaan yang digunakan yaitusebagai berikut:

$$SF = \frac{\text{Volume insitu}}{\text{volume loosw}} x\ 100\% \quad \text{..... (3.8)}$$

3.11. *Match Factor* (Keserasian Kerja Alat Berat)

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

Jika MF < 1 maka persentase kerja dari alat gali tidak mencapai 100%, sedangkan persentase kerja dari alat angkut mencapai 100%, sehingga terdapat waktu tunggu yang terjadi bagi alat gali menunggu alat angkut. Jika MF > 1.

Berarti alat galimuat 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:

$$MF = \frac{Jumlah\ alat\ angkut(Na)\ x\ CTm\ x\ Jumlah\ pengisian(Np)}{Jumlah\ alat\ muat\ (Nm) x\ CTa} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.9)$$

Keterangan:

MF = *Match factor* atau faktor keserasian

Na = Jumlah alat angkut

CTm = *Cycle time* alat muat

Cta = *Cycle time* alat angkut

Nm = Jumlah alat muat

Np = Jumlah pengisian

Bila hasil perhitungan ternyata:

a. Faktor keserasian = 1, maka jumlah alat angkut dan alat muat seimbang atau singkron, hampir dipastikan tidak ada waktu tunggu. Alat muat dan alat angkut sama-sama sibuk.
b. Faktor keserasian <1, maka jumlah alat angkut kurang, akibatnya alat muat banyak menunggu, sementara alat angkut sibuk.
c. Faktor keserasian >1, maka jumlah alat angkut lebih, sehingga muncul waktu tunggu dimuat untuk alat angkut, sementara alat muat sibuk.

   Untuk menghitung waktu tunggu bagi alat muat maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Wte = \frac{Na\ x\ Ctm}{Nm} - Cta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.10)$$

   Dimana :

Wte = Waktu tunggu *excavator*

Nm = Jumlah alat muat

Cta = *Cycle time* alat angkut

Ctm = *Cycle time* alat muat

Na = Jumlah alat angkut

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 pola kerja *Excavator* dan *Dump Truck* di PT GEM

Pola kerja *excavator Komatsu pc400* dan *dump truck dongfeng375* merupakan salah satu aspek fundamental dalam kegiatan pengupasan *overburden* pada tambang terbuka. Keduanya berperan penting dalam menjaga kelangsungan alur kerja penambangan, khususnya dalam proses penggalian, pemuatan, dan pengangkutan material lapisan tanah penutup (overburden) menuju lokasi disposal atau area timbunan. Efektivitas pola kerja alat berat ini sangat mempengaruhi produktivitas harian, efisiensi waktu, serta biaya operasional perusahaan tambang.

Dalam proses pengupasan *overburden* di PT. Global Energi Makmur, digunakan kombinasi alat gali muat berupa *excavator Komatsu* PC400 dan alat angkut *dump truck Dongfeng* EQ3250 serta *Hanvan* G7 HS 371. *Excavator* berfungsi menggali dan memuat material tanah penutup ke dalam *dump truck*, yang kemudian diangkut ke *disposal area*. Sistem kerja dilakukan menggunakan metode *top loading* dengan pola *single truck back-up*, di mana satu *dump truck* berada dalam posisi mundur ke area kerja *excavator* untuk dimuat, sedangkan *dump truck* berikutnya menunggu giliran. Setelah dump truck terisi penuh, *truk* bergerak menuju *disposal area*, dan truk berikutnya mengambil posisinya. Pola kerja ini menyebabkan waktu tunggu alat gali muat cukup tinggi apabila jumlah *dump truck* tidak memadai atau terjadi keterlambatan akibat kondisi jalan.

4.1.1 Sistem Kerja Excavator

Excavator yang digunakan di PT. Global Energi Makmur adalah jenis *Komatsu PC400*, yang termasuk kategori alat gali muat tipe *backhoe*. *Excavator* ini dilengkapi dengan *bucket* berkapasitas teoritis sebesar 2,1 m^3 dan beroperasi menggunakan sistem *hidrolik*. Fungsinya adalah untuk menggali material *overburden* dari front penambangan, kemudian memuatkannya ke dalam bak *dump truck* yang telah siap di lokasi muat.

Proses kerja *excavator* terdiri dari beberapa tahapan:

1. *Digging* (Penggalian)

   Excavator melakukan penggalian langsung ke permukaan tanah penutup menggunakan bucket. Karena material *overburden* di lokasi ini berupa tanah liat dan *lempung* yang basah, aktivitas penggalian dilakukan secara hati-hati untuk mencegah *bucket* terisi berlebihan atau mencampur material yang tidak diinginkan.

2. *Swing* bermuatan (*Swing* isi)

   Setelah *bucket* terisi penuh, operator mengayunkan *boom* dan *arm excavator* ke arah *dump truck* untuk posisi pemuatan.

3. *Loading* (Pemuatan ke *Dump Truck)*

   Material *overburden* dari *bucket* ditumpahkan ke dalam *bak dump truck*. Jumlah ayunan dan ritme pemuatan disesuaikan dengan kapasitas *bak dump truck* dan kondisi keseimbangan kendaraan.

4. *Swing* kosong (*Return Swing*)

   Setelah pemuatan, excavator kembali mengayun ke posisi awal untuk mengulangi siklus kerja. Waktu siklus *excavator* sangat dipengaruhi oleh keterampilan operator, jarak ayunan, jenis material, dan kondisi lapangan.

4.1.2 Sistem Kerja *Dump Truck*

Dump truck yang digunakan adalah Dongfeng EQ3250 dan Hanvan G7 HS 371, dengan kapasitas bak sekitar 10–12 m^3 atau setara 18–21 ton tergantung jenis material. *Dump truck* berfungsi mengangkut material overburden dari lokasi muat ke lokasi disposal area yang telah ditentukan perusahaan.

Pola kerja dump truck terbagi dalam beberapa tahapan:

1. *Loading* (pemuatan)

   Proses *loading* atau pemuatan *bucket dump truck* yang dilakukan di PT Lematang Coal Lestari menggunakan *excavator* dengan pola *single back up* atau sering disebut dengan pola *one on one*. *Dump truck* mengambil posisi untuk melakukan proses pemuatan, sedangkan *dump truck* berikutnya akan menunggu *dump truck* pertama dimuat sampai penuh, setelah *dump truck*

pertama penuh dan berangkat maka *dump truck* kedua akan mengambil posisi (*manuver*) untuk dilakukan pemuatan berikutnya, dan begitupun seterusnya.

2. *Hauling* (Mengangkut)

   Kegiatan pengangkutan yang dilakukan menggunakan sistem kerja dengan tahap bergilir, Dimana satu persatu *dump truck* akan berangkat dengan kecepatan 30 km/jam menuju *disposal* setelah selesai melakukan pemuatan, dengan lebar jalan satu jalur 6,40 meter dan dua jalur selebar 11,20 meter bahkan lebih sehingga bisa dilalui oleh dua *dump truck* untuk pergi dan kembali. Pengemudi *dump truck* harus lebih berhati-hati agar tidak terjadi kecelakaan kerja yang bisa mengakibatkan produktivitas menjadi menurun. Jika terjadi hujan maka kondisi jalan akan sangat tidak memungkinkan untuk dilalui dan kegiatan pengupasan di area *front* akan dihentikan sementara.

3. *Dumping* (pembuangan)

   Proses *dumping* dilakukan setelah *dump truck* sampai di area *disposal*. pengawas area *disposal* akan mengatur posisi yang aman untuk *dump truck* melakukan *dumping*. Pada saat *dump truck* melakukan *dumping* tidak ada waktu tunggu, sehingga *dump truck* yang datang akan langsung mengatur posisi *dumping* dan membuang material.

4. *Return* (Kembali)

   Proses kembali ke *front* untuk melakukan pemuatan dilakukan *dump truck* setelah selesai melakukan dumping di area *disposal*. Pada saat kembali kecepatan *dump truck* adalah 35 km/jam hingga 40 km/jam.

5. *Spotting* (Tunggu)

   Kegiatan spotting dilakukan pada saat dump truck lainnya sedang melakukan pemuatan, dump truck yang telah kembali akan antri dengan unit dump truck lainnya dan antrian ini bisa mencapai 4-5 unit, yang di pengaruhi oleh sistem kerja di PT Lematang Coal Lestari dengan single back up.

4.1.3 *Interaksi Kerja Excavator dan Dump Truck*

Sinkronisasi antara *excavator* dan *dump truck* menjadi krusial agar tidak terjadi waktu tunggu (*idle time*) yang dapat mengurangi produktivitas. Dalam praktiknya di lapangan, sering ditemukan kondisi:

1. *Dump truck* belum kembali saat *excavator* telah siap memuat, menyebabkan *excavator idle* (menganggur) selama beberapa menit.
2. *Dump truck* harus menunggu giliran untuk dimuat, apabila excavator masih melayani truk sebelumnya.

Idealnya, satu unit *excavator* PC400 dapat diservis oleh 3–4 unit *dump truck* agar waktu kerja alat dapat dimaksimalkan. Namun, pada kenyataannya, jumlah dump truck tidak selalu mencukupi atau terjadi keterlambatan karena kondisi jalan, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan kerja.

4.1.4 *Hambatan dalam Pola Kerja*

Selama pengamatan, ditemukan beberapa hambatan yang mempengaruhi kelancaran pola kerja:

1. Kondisi jalan tambang:
   Permukaan jalan sering tergenang air atau berlumpur saat hujan, menyebabkan dump truck kesulitan melaju dengan kecepatan optimal.
2. Keterbatasan jumlah dump truck:
   Jumlah unit yang tersedia seringkali tidak sebanding dengan kecepatan kerja excavator.
3. Antrian dan manuver:
   Waktu tunggu dump truck untuk dimuat atau membongkar material menyebabkan siklus kerja lebih lama.
4. Efisiensi operator:
   Kecepatan dan ketepatan kerja operator sangat mempengaruhi waktu siklus. Operator yang kurang berpengalaman dapat memperlambat proses pemuatan dan bongkar muatan

4.1.5 *Evaluasi Pola Kerja*

Secara keseluruhan, pola kerja *excavator* dan *dump truck* di PT. Global Energi Makmur telah berjalan sesuai prosedur standar operasi (SOP), namun masih dapat ditingkatkan dari segi efisiensi. Beberapa catatan penting meliputi:

1. *Excavator* bekerja cukup optimal, namun sering *idle* karena *dump truck* tidak tersedia tepat waktu.
2. *Dump truck* menunjukkan performa terbatas saat kondisi jalan menurun, terutama di musim hujan.
3. Waktu siklus *dump truck* (24,49 menit) jauh lebih tinggi dibanding waktu siklus *excavator* (0,21 menit), yang menunjukkan ketidakseimbangan sistem kerja alat.

4.2 Waktu Siklus dan Efisiensi Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Waktu siklus (*cycle time*) merupakan salah satu parameter utama dalam mengevaluasi efisiensi kerja alat berat, baik alat gali muat (*excavator*) maupun alat angkut (*dump truck*). Di PT. Global Energi Makmur, pengamatan dilakukan terhadap kombinasi alat *excavator Komatsu* PC400 sebagai alat gali muat dan *dump truck* jenis *Dongfeng* EQ3250 serta *Hanvan* G7 HS 371 sebagai alat angkut pada proses pengupasan *overburden.*

4.2.1. Waktu Siklus *Excavator*

Dari hasil pengukuran lapangan dan perhitungan, diketahui bahwa rata-rata waktu siklus *excavator Komatsu* PC400 adalah sebesar 0,21 menit per siklus, perhitungan terperinci dapat dilihat pada (Lampiran C).

Waktu ini menunjukkan bahwa proses gali dan muat material ke dalam dump truck berlangsung dengan sangat cepat. Namun, kecepatan ini tidak selalu diiringi oleh ketersediaan dump truck yang siap dimuat, sehingga sering kali excavator mengalami waktu tunggu (idle time) akibat keterlambatan truk datang ke lokasi kerja.

Waktu tunggu excavator dihitung berdasarkan selisih antara waktu siklus ideal dengan waktu siklus dump truck. Dari perhitungan diperoleh bahwa excavator mengalami waktu tunggu sebesar ±3,3 menit per siklus, perhitungan terperinci

dapat dilihat pada (Lampiran M). yang berarti bahwa excavator telah selesai melakukan pemuatan, namun belum ada dump truck yang siap untuk dimuat kembali.

4.2.2 *Waktu Siklus Dump Truck*

Cycle time dump truck diambil dari dua *area front*, yaitu *front* A dan *front* C yang masing masing data terdiri dari *manuver load, loading time, hauling time, spill mauuver, dumping time, return time, dan spotting time.*

Rata- rata *cycle time* untuk *dump truck* LGMG CMT96 yang membawa material *overburden* dari *front* menuju *disposal* dengan jarak 1,874 km adalah sebesar 24,49 menit. Waktu siklus ini terdiri dari beberapa komponen waktu, antara lain:

1. Manuver saat *loading*
2. Waktu *loading* oleh *excavator*
3. Waktu *hauling* saat kondisi bak penuh
4. *Manuver* menuju titik *dumping*
5. Waktu *dumping*
6. Waktu *hauling* kosong kembali ke *front*
7. Waktu *spotting* (penempatan dump truck di posisi pemuatan)

Cepat lambatnya *loading, hauling, dumping* , dan *return* tergantung pada operator *dump truck* bagaimana keahliannya dalam mengoperasikan *dump truck*, sedangkan untuk *spotting* tergantung bagaimana *excavator* melakukan pengisian bak *dump truck* sehingga tak terjadi antrian yang Panjang. perhitungan terperinci dapat dilihat pada (Lampiran E).

4.2.3. *Efisiensi Kerja Alat*

Efisiensi kerja *excavator* dan dump truck sangat dipengaruhi oleh kesesuaian jumlah dan sinkronisasi kerja antar alat. Pada kasus di lapangan, ditemukan bahwa ketidakseimbangan jumlah alat menjadi penyebab utama waktu tunggu yang tinggi pada *excavator*.

Berdasarkan perhitungan *match factor* (MF), diperoleh nilai sebesar 0,30, perhitungan terperinci dapat dilihat pada (Lampiran O). yang menunjukkan bahwa jumlah alat angkut tidak mencukupi untuk mendukung kapasitas kerja alat gali muat. *Idealnya*, satu unit *excavator* harus dilayani oleh 3–4 unit *dump truck* untuk menghindari waktu tunggu.

Dengan nilai MF < 1, sistem kerja menjadi tidak efisien, karena alat gali muat harus menunggu dump truck yang sedang berada dalam perjalanan atau mengantre untuk *dumping*. Hal ini menyebabkan *idle time* tinggi pada *excavator* dan berdampak langsung pada penurunan efisiensi sistem secara keseluruhan.

4.3 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan *Overburden*\

Evaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut dalam pengupasan *overburden* di PT Global Energi Makmur bertujuan untuk mengetahui kemampuan aktual masing-masing alat dalam mendukung target produksi tambang. *Evaluasi* ini meliputi penghitungan produktivitas teoritis berdasarkan parameter teknis alat serta mempertimbangkan faktor-faktor koreksi seperti efisiensi kerja, *fill factor*, dan *swell factor*.

4.3.1 Produktivitas *Excavator Komatsu* PC 400

Excavator Komatsu PC 400 adalah alat gali muat utama yang digunakan dalam kegiatan pengupasan *overburden* di PT. Global Energi Makmur. Alat ini memiliki peran vital dalam proses kerja di tambang karena merupakan titik awal dari rantai produksi material *overburden. Excavator* berfungsi untuk menggali, mengangkat, dan memuatkan material langsung ke atas *dump truck* dalam jumlah dan kecepatan tertentu yang sangat memengaruhi ritme kerja alat angkut.

Perhitungan produktivitas 1 unit *Excavator* dalam mengangkut material perjam, perhari, perbulan, dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

Produktivitas dalam hitungan perjam:

$$P = \frac{EFF \ x \ KB \ x \ SF \ x \ FF \ x \ 60 \ menit/jam}{Ct}$$

Produktivitas dalam hitungan perhari:

P hari = P jam x jam kerja perhari

Produktivitas dalam hitungan perbulan:

P bulan= P hari x jam kerja perbulan

Evaluasi produktivitas *excavator* dilakukan dengan memperhitungkan kapasitas *bucket*, jumlah siklus per menit, dan koreksi dari faktor-faktor lapangan seperti *fill factor, swell factor*, serta efisiensi kerja aktual. Kapasitas *bucket excavator Komatsu* PC 400 sebesar 2,1 m^3 merupakan kapasitas teoritis, namun dalam praktiknya tidak selalu terisi penuh. Oleh karena itu digunakan *fill factor* sebesar 85% yang menggambarkan bahwa rata-rata *bucket* hanya terisi 85% dari *volume* maksimal. Di sisi lain, *swell factor* sebesar 74% digunakan untuk mengonversi *volume loose* ke dalam *volume in-situ*, karena material yang tergali akan mengalami pemuaian (mengembang).

Efisiensi kerja sebesar 83% juga dimasukkan untuk menyesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan, seperti adanya waktu tunggu, hambatan mekanis, cuaca, dan keterbatasan alat angkut. Dengan waktu siklus 0,21 menit, perhitungan menunjukkan bahwa satu unit *excavator Komatsu* PC 400 mampu menghasilkan produktivitas sebesar ±313,24 bcm per jam. Jika diasumsikan alat bekerja efektif selama 20 jam per hari (dua *shift*), maka dalam satu hari produksi mencapai 6.264,8 bcm, dan dalam satu bulan dapat mencapai 187.944 bcm. Perhitungan terperinci untuk *Excavator Komatsu PC400* dapat di lihat pada (Lampiran K).

Nilai ini menunjukkan bahwa *excavator* memiliki potensi produksi yang tinggi dan bahkan bisa lebih besar jika tidak terkendala oleh faktor luar seperti

antrean *dump truck*. Namun demikian, produktivitas aktual *excavator* tidak hanya ditentukan oleh kemampuan teknisnya, tetapi sangat tergantung pada kesesuaian kerja (keserasian alat) dengan *dump truck* yang melayani.

4.3.2 Produktivitas *Dump Truck Dongfeng* 375

Dump truck Dongfeng 375 adalah salah satu tipe alat angkut yang digunakan dalam kegiatan pengangkutan material *overburden* dari lokasi *front* ke *disposal area. Dump truck* berfungsi sebagai penghubung antara alat gali muat dan area pembuangan material. Oleh karena itu, kinerja *dump truck* sangat menentukan kelancaran proses tambang secara keseluruhan.

Perhitungan produktivitas 1 unit *Excavator* dalam mengangkut material perjam, perhari, perbulan, dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

Produktivitas dalam hitungan perjam:

$$P = \frac{n(EFF\ x\ KB\ x\ SF\ x\ FF\ x\ 60\ menit/jam)}{Ct}$$

Produktivitas dalam hitungan perhari:

P hari = P jam x jam kerja perhari

Produktivitas dalam hitungan perbulan:

P bulan= P hari x jam kerja perbulan

*Dump truc*k ini menerima muatan material sebanyak 5 kali pengisian dari *bucket excavator Komatsu* PC 400, yang berarti kapasitas angkut per siklusnya sebesar 10,5 m^3. Namun seperti halnya *excavator*, tidak semua muatan selalu penuh, sehingga diberlakukan *fill factor* sebesar 90%. Kemudian untuk memperhitungkan kondisi *aktual volume material in-situ*, digunakan *swell factor* sebesar 74%, dan efisiensi kerja *dump truck* sebesar 83% berdasarkan hasil pengamatan lapangan.

Siklus kerja *dump truck* cukup panjang, dengan waktu siklus rata-rata 24,49 menit. Waktu ini mencakup seluruh proses mulai dari *manuver* saat *loading*, proses pemuatan oleh *excavator*, perjalanan ke *disposal* (*hauling* penuh), proses *dumping*, dan perjalanan kembali ke *front* dalam kondisi kosong (*hauling* kosong). Panjangnya waktu siklus dipengaruhi oleh jarak *disposal* sekitar 1,8–2 km, kondisi jalan tambang, serta antrian di area *loading* dan *dumping*. Kondisi ini menyebabkan *dump truck* tidak bisa secara optimal melayani *excavator* tanpa keterlambatan.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *dump truck Dongfeng* 375 memiliki produktivitas sebesar ±14,22 bcm per jam, atau sekitar 284,4 bcm per hari jika bekerja selama 20 jam. Dalam satu bulan (30 hari kerja), produktivitas *dump truck* ini mencapai 8.532 bcm. Perhitungan terperinci untuk *dump truck dongfeng375* dapat di lihat pada (Lampiran L).

Berdasarkan hasil perhitungan pada (Lampiran O), diperoleh Match Factor sebesar 0,30. Nilai ini dihitung menggunakan parameter jumlah alat angkut sebanyak 7 unit, waktu siklus alat muat (Ctm) sebesar 0,21 menit, jumlah pengisian bucket (Np) sebanyak 5 kali, jumlah alat muat (Nm) sebanyak 1 unit, serta waktu siklus alat angkut (CTa) sebesar 24,49 menit.

Nilai MF = 0,30 menunjukkan bahwa kapasitas kerja alat angkut berada di bawah kapasitas alat muat. Dengan kata lain, terdapat waktu tunggu pada alat gali muat (excavator) karena ketersediaan alat angkut yang belum seimbang. Kondisi ini berpotensi menurunkan produktivitas gabungan alat, mengingat nilai ideal MF mendekati 1,00 agar keserasian kerja optimal.

Rendahnya nilai MF di lokasi penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jarak angkut yang cukup jauh, waktu tunggu saat pembuangan (dumping) akibat antrian, kondisi jalan angkut yang mempengaruhi kecepatan dump truck, serta jumlah unit alat angkut yang belum proporsional dengan kapasitas excavator yang digunakan.

Untuk meningkatkan nilai MF dan mengoptimalkan produktivitas, beberapa langkah perbaikan yang dapat dilakukan meliputi penambahan jumlah unit dump truck, perbaikan kondisi jalan angkut, dan pengaturan pola kerja yang lebih sinkron antara alat muat dan alat angkut.

Jika dibandingkan dengan produktivitas *excavator*, terlihat adanya ketimpangan yang cukup signifikan. *Excavator* mampu menghasilkan lebih dari 6.000 bcm per hari, sementara satu unit *dump truck* hanya mampu mengangkut ±284 bcm per hari. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah *dump truck* yang tersedia belum sebanding dengan kapasitas kerja excavator, sehingga sering kali terjadi *idle time* pada *excavator* karena *dump truck* belum kembali dari *disposal*.

Kesimpulannya, *dump truck* berperan penting dalam mengimbangi kapasitas *excavator*. Tanpa jumlah unit dan manajemen jadwal yang memadai, dump truck menjadi *bottleneck* (hambatan utama) dalam sistem kerja tambang. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan jumlah *dump truck* yang proporsional agar *excavator* tidak idle dan produktivitas keseluruhan sistem dapat ditingkatkan secara signifikan.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan *evaluasi* terhadap produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT. Global Energi Makmur, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pola kerja dan sistem alat gali muat dan alat angkut

   Pola kerja *excavator* dan *dump truck* di PT Global Energi Makmur dilakukan dengan sistem *top loading* dan metode *single truck back-up*, di mana satu *dump truck* dimuat pada satu waktu, dan truk berikutnya menunggu giliran. Pola ini berdampak pada meningkatnya waktu tunggu (*idle time*) baik untuk *excavator* maupun *dump truck*, terutama ketika terjadi antrean atau keterlambatan karena jarak *hauling* yang jauh atau kondisi jalan yang buruk. Efisiensi kerja sistem sangat tergantung pada sinkronisasi antara alat gali muat dan alat angkut.
2. Waktu siklus rata-rata untuk *excavator Komatsu* PC400 adalah sebesar 0,21 menit per siklus. Sementara itu, waktu siklus *dump truck Dongfeng* 375 dan *Hanvan* G7 HS 371 memiliki waktu rata-rata sebesar 24,49 menit. Efisiensi kerja *excavator* dipengaruhi oleh frekuensi waktu tunggu karena keterlambatan kedatangan *dump truck*. Efisiensi kerja aktual yang dicapai adalah ±83%, yang masih berada di bawah efisiensi optimal karena kurangnya keserasian alat. Ketidakseimbangan ini menyebabkan *excavator* mengalami waktu tunggu rata-rata ±3,3 menit, yang berarti mengganggu siklus kerjanya yang seharusnya dapat berlangsung secara berkelanjutan.
3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa produktivitas alat gali muat (*excavator Komatsu* PC400) mencapai ±313,24 bcm/jam atau ±6.264,8 bcm/hari dengan efisiensi dan koreksi volume berdasarkan *fill factor* dan *swell factor*. Sementara itu, dump truck Dongfeng 375 hanya mampu mengangkut ±14,22 bcm/jam, atau sekitar 284,4 bcm/hari, jauh di bawah kapasitas kerja *excavator*.

   Nilai *match factor* yang diperoleh sebesar 0,30, menunjukkan bahwa jumlah *dump truck* yang tersedia tidak mencukupi untuk menyeimbangkan kapasitas kerja *excavator*. Ketimpangan ini menyebabkan terjadinya waktu tunggu alat

gali muat yang tinggi dan menurunkan produktivitas sistem secara keseluruhan. Dengan perbandingan produksi bulanan, excavator berpotensi menghasilkan 187.944 bcm/bulan, sedangkan satu dump truck hanya mampu 8.532 bcm/bulan, menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kapasitas kerja kedua alat tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, berikut adalah saran-saran yang dapat diberikan untuk meningkatkan produktivitas pengupasan *overburden* di PT. Global Energi Makmur:

1. Untuk mengurangi waktu tunggu *excavator* dan meningkatkan efisiensi sistem kerja, sebaiknya perusahaan menambah jumlah unit *dump truck*. Dengan mempertimbangkan nilai *match factor* ideal antara 1:3 atau 1:4 (*excavator* : *dump truck*), maka diperlukan sinkronisasi jumlah alat yang lebih baik agar tidak terjadi hambatan kerja.
2. Waktu siklus *dump truck* yang panjang juga disebabkan oleh kondisi jalan tambang yang belum optimal. Perusahaan perlu melakukan pemeliharaan jalan secara berkala, terutama pada musim hujan, agar proses *hauling* dapat dilakukan lebih cepat dan aman.
3. Pengelolaan waktu kerja alat berat dan pengemudi dump truck perlu dioptimalkan, seperti penjadwalan shift kerja yang tepat dan pemantauan real-time terhadap kinerja alat agar tercapai efisiensi waktu kerja harian.
4. Perusahaan disarankan untuk memberikan pelatihan rutin bagi operator alat berat dan pengawas lapangan agar mampu meningkatkan keterampilan dalam pengoperasian alat dan pengaturan lalu lintas alat berat, serta menjaga produktivitas dalam batas aman dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

Arif, Ir Irwandy. *Batubara Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama, 2014

Rifandy, Akhmad, and S. Sutan. "Optimasi Pit Tambang Terbuka Batubara dengan Pendekatan Incremental Pit Expansion, BESR dan Profit Margin." *Jurnal Geologi Pertambangan* 2.24 (2018): 1-25.

Pramana, Genta Dwi. *KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTUK MEMENUHI TARGET PRODUKSI PENGUPASAN OVERBURDEN PENAMBANGAN BATUBARA PT. CITRA TOBINDO SUKSES PERKASA KABUPATEN SAROLANGUN PROVINSI JAMBI*. Diss. UPN" Veteran" Yogyakarta, 2016.

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.

Alrasyid, S. M., Hutajulu, Y. Y., Indrajaya, F., & Iashania, Y. (2024). Produktivitas Alat Gali Muat Pada Pengupasan Overburden Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di Pit East Kawi PT. Marunda Grahamineral. *Syntax Idea*, *6*(3), 1419-1434.

Yulianto, A., Santoso, E., & Putri, K. S. (2021). Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut pada Pemindahan Overburden Pit 10 di PT Berkat Tambang Sejahtera, Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan. Jurnal Himasapta, 6(1), 33-37.

MUHAMMAD, ILHAM MIFTHAHUDI KHOIS. "PROSEDUR PENANGANAN PEMBONGKARAN BATUBARA DI MV. ANDHIKA ATHALIA OLEH PT. ARTHA DAYA COALINDO DI DERMAGA II PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) SURALAYA POWER GENERATION UNIT (PGU)." *KARYA TULIS* (2022).

Sarmidi, S., Zulatama, A., & Widodo, R. (2024). Analisis Timbunan Sementara Untuk Pencegahan Pembakaran Spontan Batubara Di PIT 2 Banko Barat, PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, *1*(3), 118-125.

Alhabsyi, G. A. P., Ranggu, R. B., Syamsuddin, S., & Sani, H. (2024). *Pengenalan Kegiatan Pertambangan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Halawa, A. (2021). Analisa Geometri Jalan Angkut Guna Meningkatkan Cycletime dan Produktivitas Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan Overburden dari Front Pengupasan ke Disposal Area pada Kegiatan Penambangan Batubara. *Jurnal Sains dan Teknologi ISTP, 16*(1), 90-103.

Setiyaningrum, P. R., Rohmana, R. C., & Nursidik, U. S. (2024). Analisis Facies dan Petrofisika pada Zona Prospek Hidrokarbon Pada Lapangan "U", Formasi Talang Akar, Cekungan Sumatera. *Jurnal Teknik, 13*(2).

Koesoemadinata, R.P. 1980. Geologi Minyak dan Gas Bumi Jilid 1 Edisi ke II. Bandung: Penerbit ITB

LAMPIRAN A. CURAH HUJAN LOKASI PENELITIAN

Lampiran A.1 Curah Hujan

Tabel A.1. Curah Hujan Bulanan di PT. Global Energi Makmur Tahun 2014-2018 (mm)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	TOTAL	Rata-Rata	Max
2014	325	310	259	243	257	141	197	325	42	90	301	458	2948	246	458
2015	245	383	203	251	128	81	10	102	3	8	360	448	2222	185	448
2016	717	240	533	537	268	75	125	41	182	294	276	397	3682	307	717
2017	259	343	507	218	270	264	56	174	75	46	156	343	2710	225	507
2018	614	363	383	325	303	186	189	16	2	214	180	237	3012	251	614

Sumber: Perusahaan

Tabel A.2. Total Jam Hujan per Bulan PT. Global Energi Makmur periode 2014-2018 (jam)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	TOTAL	Rata-Rata	Max
2014	228,08	90,60	91,20	77,65	62,87	39,42	48,90	37,62	27,80	20,67	133,98	149,88	1008,68	84,06	228,08
2015	83,10	135,05	95,30	98,65	39,95	25,43	13,87	26,35	9,29	8,73	100,36	150,85	779,85	64,99	150,85
2016	190,43	174,22	213,81	158,68	82,84	23,15	54,74	14,35	86,43	138,87	109,28	105,70	1352,50	112,71	213,82
2017	63,55	33.32	52,31	97,67	62,34	55,65	41,32	54,33	47,96	12	44,68	19,87	585,2	48,76	97,67
2018	143,23	85,97	89	63,12	53,43	59,69	61,22	34,31	17	43,89	64,42	85,1	800,38	66,69	143,23

Sumber: Perusahaan

Tabel A.3. Jumlah Rata-rata Hari Hujan Daerah Merapi Barat Tahun 2014-2018 (hari)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	TOTAL
2014	24	17	15	16	15	10	14	10	4	5	19	18	167
2015	12	19	13	16	8	8	2	4	2	13	13	19	129
2016	16	8	14	16	16	10	8	8	10	12	11	16	145
2017	26	19	20	20	27	22	23	18	28	29	15	28	275
2018	26	28	24	20	16	15	17	10	2	16	24	25	223

Sumber: Perusahaan

LAMPIRAN A.2 PERHITUNGAN CURAH HUJAN MAKSIMUM

Data curah hujan yang ada diambil data curah hujan maksimum periode 2014-2018 dan kemudian diolah untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana.

Tabel A.4 Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan (xi) Max	Curah Hujan (x) mm	(xi-x)	$(xi-x)^2$
1	2014	458	548.8	-90.8	8244.64
2	2015	448	548.8	-100.8	10160.64
3	2016	717	548.8	168.2	28291.24
4	2017	507	548.8	-41.8	1747.24
5	2018	614	548.8	65.2	4251,04
Jumlah		2744			50947.56
$Rata^2$		548.8			

Sumber: Perusahaan

Berdasarkan data diatas, dapat dihitung :

Curah hujan rata rata:

$$X \text{ rata – rata} = \frac{\sum xi}{n}$$

Keterangan :

$\sum xi$ = Jumlah curah hujan harian maksimum (548,8 mm)

N = Jumlah data

X = Rata – rata

LAMPIRAN B

CYCLE TIME *EXCAVATOR KOMATSU* PC 400

no	digging	Swing isi	loading	Swing kosong	Total
1	7,12	4,40	5,32	4,46	21,3
2	10,23	4,32	4,87	3,11	22,53
3	7,46	3,46	4,75	3,95	19,62
4	7,86	4,48	4,09	3,05	19,48
5	8,11	4,21	5,31	4,40	22,03
6	7,34	4,05	5,16	3,23	19,78
7	7,65	3,32	4,41	4,52	19,9
8	7,86	3,64	3,78	3,80	19,08
9	8,76	4,11	3,59	3,76	20,22
10	11,00	3,21	5,54	4,69	24,44
11	6,16	4,22	4,31	4,76	19,45
12	8,32	4,09	5,94	3,01	21,36
13	5,11	4,00	5,18	3,41	17,7
14	6,67	4,21	6,31	3,43	20,62
15	7,98	3,08	4,56	4,87	20,49
16	7,00	3,48	5,09	3,01	18,58
17	8,33	3,33	3,67	3,19	18,52
18	8,21	3,33	4,12	3,77	19,43
19	8,58	4,16	3,11	3,29	19,14
20	8,76	4,98	3,56	3,78	21,08
21	11,56	3,12	3,56	3,23	21,47
22	5,05	4,67	5,55	4,04	16,31
23	9,34	4,08	5,00	3,30	21,72
24	8,31	3,22	5,88	3,19	20,6
25	9,11	3,88	4,98	3,56	21,53
26	8,90	3,23	4,31	3,34	19,78
27	8,45	3,67	3,78	3,09	18,99
28	8,65	3,75	4,13	3,87	20,4
29	8,06	3,76	4,21	4,34	20,37
30	9,10	3,89	4,09	3,13	20,21
RATA-RATA	7,91	4,00	4,50	3,96	20,37
MAX	11,56	4,98	6,31	4,87	24,44
MIN	5,05	3,08	3,11	3,01	16,31

S*umber: Dok.penulis,2025*

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN STATISTIK EXCAVATOR KOMATSU PC 400

1). DISTRIBUSI FREKUENSI *DIGGING*

jumlah data (n) 30

Min 5,05

Max 11,56

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (11,56 − 5,05) / 6 = 1,09 detik (dibulatkan jadi 1,1)

Tabel C.1 Perhitungan Rata-rata *Digging*

Kelas (detik)	*FREQUENCY* (fi)	PERSENTASE	NILAI TENGAH (xi)	fi * xi
5,05 – 6,14	3	10.0	5.6	16.8
6,15 – 7,24	8	26.67	6.7	53.6
7,25 – 8,34	9	30.0	7.8	70.2
8,35 – 9,44	5	16.67	8.9	44.5
9,45 – 10,54	3	10.0	10.0	30.0
10,55 – 11,64	2	6.67	11.10	22.2
Jumlah	30	100.00	50.10	237.30

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 237.30/30

: 7.91 (detik)

2). DISTRIBUSI FREKUENSI *SWING* ISI

jumlah data (n) 30

Min 3,08

Max 4,98

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (4,98 – 3,08) / 6 = 0,32

Tabel C.2 Perhitungan Rata-rata *Swing* Isi

Kelas (detik)	*FREQUENCY* (fi)	PERSENTASE	NILAI TENGAH (xi)	fi * xi
3,08 – 3,40	3	10.0	3.24	9.72
3,41 – 3,73	5	16.67	3.57	17.85
3,74 – 4,06	10	33.33	3.9	39.0
4,07 – 4,39	6	20.0	4.23	25.38
4,40 – 4,72	4	13.33	4.56	18.24
4,73 – 5,05	2	6.67	4.89	9.78
Jumlah	30	100.00	24.39	119.97

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 119.97/30

: 4.00 (detik)

3). DISTRIBUSI FREKUENSI *LOADING*

jumlah data (n) 30

Min 3,11

Max 6,31

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (6,31– 3,11) / 6 = 0,53

Tabel C.3 Perhitungan Rata-rata *Loading*

Kelas (detik)	*FREQUENCY* (fi)	PERSENTASE	NILAI TENGAH (xi)	fi * xi
3,11 – 3,64	4	13.33	3.38	13.52
3,65 – 4,18	7	23.33	3.92	27.44
4,19 – 4,72	9	30.0	4.46	40.14
4,73 – 5,26	5	16.67	5.0	25.0
5,27 – 5,80	3	10.0	5.54	16.62
5,81 – 6,34	2	6.67	6.08	12.16
Jumlah	30	100.00	28.38	134.88

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 134.88/30

: 4.50 (detik)

4). DISTRIBUSI FREKUENSI *SWING* KOSONG

jumlah data (n) 30

Min 3,01

Max 4,87

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (4,87– 3,01) / 6 = 0,31

Tabel C.4 Perhitungan Rata-rata *Swing* Kosong

Kelas (detik)	*FREQUENCY* (fi)	PERSENTASE	NILAI TENGAH (xi)	fi * xi
3,01 – 3,32	3	10.0	3.17	9.51
3,33 – 3,64	5	16.67	3.49	17.45
3,65 – 3,96	8	26.67	3.81	30.48
3,97 – 4,28	6	20.0	4.13	24.78
4,29 – 4,60	5	16.67	4.45	22.25
4,61 – 4,92	3	10.0	4.77	14.31
Jumlah	30	100.00	23.82	118.78

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 118.78/30

: 3.96 (detik)

5). DISTRIBUSI FREKUENSI TOTAL CT ALAT GALI MUAT

jumlah data (n) 30

Min 16,31

Max 24,44

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (24,44– 16,31) / 6 = 1,36

Tabel C.5 Perhitungan Rata-rata *Cycle Time* Alat Gali Muat

Kelas (detik)	*FREQUENCY* (fi)	PERSENTASE	NILAI TENGAH (xi)	fi * xi
16,31 – 17,67	2	6.67	18.80	37.60
17,68 – 19,04	5	16.67	19.43	97.15
19,05– 20,41	8	26.67	20.05	160.40
20,42– 21,78	7	23.33	20.67	144.69
21,79– 23,15	5	16.67	21.29	106.45
23,16 – 2,21	3	10.0	21.91	65.73
Jumlah	30	100.00	122.15	611.62

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 611.62/30

: 20.37 (detik)

LAMPIRAN D

CYCLE TIME ALAT ANGKUT

No	Waktu tunggu	Manuver loading	loading	Hauling isi	Manuver dumping	Dumping	Hauling kosong	Total
1	156,23	14,10	48,01	580,67	22,87	40,53	429,55	1.291,96
2	67,33	13,43	63,43	500,87	26,29	45,13	365,76	1.082,24
3	77,56	14,76	53,11	382,32	21,43	70,67	430,76	1.050,61
4	64,31	16,43	56,21	383,09	24,43	47,21	423,11	1.014,79
5	121,77	15,34	70,43	408,76	23,34	40,34	422,39	1.102,37.
6	20,21	15,43	76,43	450,54	25,65	48,43	504,54	1.141,23.
7	16,98	13,87	63,22	482,43	21,87	47,76	360,87	1.007,00.
8	59,32	16,44	67,33	400,09	30,00	48,98	370,67	992,83.
9	15,43	13,34	75,34	382,76	27,87	45,98	384,23	944,95.
10	40,35	15,87	84,98	406,09	28,89	48,23	360,13	984,54.
11	46,34	15,67	58,87	421,88	24,34	49,13	422,05	1.038,28.
12	38,09	15,09	68,89	376,56	21,65	43,23	434,31	997,82.
13	120,76	14,87	65,88	421,73	28,57	43,87	420,98	1.116,66
14	356,44	16,34	46,54	422,76	20,87	45,98	420,23	1.328,16
15	14,87	13,54	51,34	439,74	22,98	45,46	374,98	962,91.
16	31,47	13,48	61,48	438,96	24,98	48,09	430,39	1.048,85
17	41,30	15,33	73,98	494,39	26,55	34,21	330,67	1.016,43.
18	45,09	16,98	79,09	411,00	28,76	45,65	387,45	1.013,02.
19	97,01	14,48	69,09	447,98	30,98	44,45	510,34	1.214,33.
20	20,23	15,98	58,09	466,98	31,56	53,78	359,56	1.006,18.
21	59,35	14,76	64,27	391,02	22,89	44,43	505,03	1.086,99.
22	35,39	16,78	67,34	380,87	21,13	66,98	327,09	915,58.
23	63,98	13,37	79,39	240,46	22,87	56,57	467,27	943,91.
24	125,38	14,48	58,57	469,59	24,89	49,83	322,22	1.064,96.
25	63,31	16,02	76,56	451,99	26,56	46,09	310,59	990,12.
26	71,98	13,44	71,84	385,33	24,36	62,27	375,18	1.004,40.
27	64,37	15,47	61,59	467,98	27,98	38,09	415,54	1.091,02.
28	30,45	16,99	62,09	440,35	25,43	48,57	411,56	1.035,44.
29	110,42	14,99	58,03	413,45	28,23	62,58	438,98	1.126,68.
30	83,87	15,23	76,34	430,90	22,02	62,98	398,72	1.090,06.
RATA-RATA	82,97	25,68	67,93	430,71	25,38	50,43	474,50	1.489,60
MAX	356,44	16,99	84,98	580,67	31,56	70,67	510,34	1.328,16
MIN	15,43	13,34	46,54	240,46	20,87	34,21	310,59	943,91.

Sumber: Dok.penulis,2025

LAMPIRAN E

PERHITUNGAN STATISTIK *DUMP TRUCK DONGFENG*

1). DISTRIBUSI FREKUENSI WAKTU TUNGGU

jumlah data (n) 30

Min 15,43

Max 356,44

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (356,44– 15,43) / 6 = 56,83

Tabel E.1 Perhitungan Rata-rata Waktu Tunggu

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
63,00 – 71,43	5	16.67	67.22	336.10
71,44 – 79,87	10	33.33	75.66	756.60
79,88 – 88,31	6	20.00	84.10	504.60
88,32 – 96,75	4	13.33	92.54	370.16
96,76 –105,19	3	10.00	100.98	302.94
105,20 113,63	2	6.67	109.41	218.82
Jumlah	30	100.00	529,91	2489.22

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 2489.22/30

: 82,97 (detik)

2). DISTRIBUSI FREKUENSI *MANUVER LOADING*

jumlah data (n) 30

Min 13,34

Max 16,99

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (16,99– 13,34) / 6 = 14,77

Tabel E.2 Perhitungan Rata-rata *Manuver Loading*

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
21,01 – 22,67	3	10.00	21.84	65.52
22,68 – 24,34	5	16.67	23.51	117.55
24,35 – 26,01	10	33.33	25.18	251.80
26,02 – 27,68	6	20.00	26.85	161.10
27,69 – 29,35	4	13.33	28.52	114.08
29,36 – 31,02	2	6.67	30.19	60.38
Jumlah	30	100.00	156.09	770.43

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 770.43/30

: 25,68 (detik)

3). DISTRIBUSI FREKUENSI *LOADING*

jumlah data (n) 30

Min 46,54

Max 84,98

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (84,98– 46,54) / 6 = 6,41

Tabel E.3 Perhitungan Rata-rata *Loading*

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
60,01 – 62,83	3	10.00	61.42	184.26
62,84 – 65,66	5	16.67	64.25	321.25
65,67 – 68,49	10	33.33	67.08	670.80
68,50 – 71,32	6	20.00	69.91	419.46
71,33 – 74,15	4	13.33	72.74	290.96
74,16 – 76,98	2	6.67	75.57	151.14
Jumlah	30	100.00	410.97	2.037,87

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 2.037,87/30

: 67,93 (detik)

4). DISTRIBUSI FREKUENSI *HAULING* ISI

jumlah data (n) 30

Min 240,46

Max 587,67

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (587.67– 240.46) / 6 = 57,87

Tabel E.4 Perhitungan Rata-rata *Hauling* Isi

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
400.00 – 410,96	3	10.00	405.48	1.216,44
410,97 – 421,93	5	16.67	416.45	2.082,25
421,94 – 432,90	10	33.33	427.42	4.274.20
432,91 – 443,87	6	20.00	438.39	2.630,34
443,88 – 454,84	4	13.33	449.36	1.797,44
454,85 – 465,81	2	6.67	460.33	920.66
Jumlah	30	100.00	2.597,43	12.921,33

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 12.921,33/30

: 430,71 (detik)

5). DISTRIBUSI FREKUENSI *MANUVER DUMPING*

jumlah data (n) 30

Min 20,87

Max 31,56

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (31,56– 20,87) / 6 = 1,78

Tabel E.5 Perhitungan Rata-rata *Manuver Dumping*

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
20,00 – 21,91	3	10.00	20.96	62.88
21,92 – 23,83	5	16.67	22.88	114.40
23,84 – 25,75	10	33.33	24.80	248.00
25,76 – 27,67	6	20.00	26.72	160.32
27,68 – 29,59	4	13.33	28.64	114.56
29,60 – 31,51	2	6.67	30.56	61.12
Jumlah	30	100.00	154.56	761.28

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 761.28/30

: 25,38 (detik)

6). DISTRIBUSI FREKUENSI *DUMPING*

jumlah data (n) 30

Min 34,21

Max 70,67

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (70,67– 34,21) / 6 = 6,08

Tabel E.6 Perhitungan Rata-rata *Dumping*

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
45,00 – 46,93	3	10.00	45.97	137.91
46,94 – 48,87	5	16.67	47.91	239.55
48,88 – 50,81	10	33.33	49.85	498.50
50,82 – 52,75	6	20.00	51.79	310.74
52,76 – 54,69	4	13.33	53.73	214.92
54,70 – 56,63	2	6.67	55.67	111.34
Jumlah	30	100.00	304.92	1.512,96

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 1.512,96/30

: 50,43 (detik)

7). DISTRIBUSI FREKUENSI *HAULING* KOSONG

jumlah data (n) 30

Min 310,59

Max 510,34

jumlah kelas 1+3,3 log n

jumlah kelas 6

interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas

INTERVAL KELAS = (510,34– 310,59) / 6 = 33,29

Tabel E.7 Perhitungan Rata-rata *Hauling* Kosong

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
380,00 – 389,93	3	10.00	384.97	1.154,91
389,94 – 399,87	5	16.67	394.91	1.974,55
399,88 – 409,81	10	33.33	404.85	4.048,50
409,82 – 419,75	6	20.00	414.79	2.488,74
419,76 – 429,69	4	13.33	424.73	1.698,92
429,70 – 439,63	2	6.67	434.67	869.34
Jumlah	30	100.00	2.459,92	14.234,96

Rata-rata

: (fi * xi)/fi

: 14.234,96/30

: 474,50 (detik)

8). DISTRIBUSI FREKUENSI *TOTAL CT ALAT ANGKUT*

jumlah data (n) 30
Min 943,91.
Max 1.328,16
jumlah kelas 1+3,3 log n
jumlah kelas 6
interval kelas (n maksimum - n minimum)/ jumlah kelas
INTERVAL KELAS = (1.328,16– 943,91./ 6 = 64,04

Tabel E.8 Perhitungan Rata-rata *Cycle Time* Alat Angkut

Kelas (detik)	*Frequency (fi)*	Pesentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
1.320,35 –1.374,30	4	13.33	1.347,33	5.389.32
1.374,31 – 1.428,26	6	20.00	1.401,29	8.407.74
1.428,27 – 1.482,22	8	26.67	1.455,24	11.641.92
1.482,23 – 1.536,18	5	16.67	1.509,21	7.546.05
1.536,19 – 1.590,14	4	13.33	1.563,17	6.252.68
1.590,15 – 1.644,10	3	10.00	1.617,13	4.851.39
Jumlah	30	100.00	2.459,92	44.688.10

Rata-rata
: (fi * xi)/fi
: 44.688.10/30
: 1.489,60 (detik)

LAMPIRAN F

PERHITUNGAN EFISIENSI KERJA *EXCAVATOR KOMATSU* PC 400

Efisiensi Kerja $= \frac{WT-WH}{WT}$

$= \frac{720m - 120m}{720m} \times 100\ \%$

$= \frac{600m}{720m} \times 100\ \%$

$= 83\ \%$

LAMPIRAN G

PERHITUNGAN EFISIENSI KERJA *DUMPTRUCK DONGFENG* 375

Efisiensi Kerja $= \frac{WT-WH}{WT}$

$= \frac{720m - 120m}{720m} \times 100\ \%$

$= \frac{600m}{720m} \times 100\ \%$

$= 83\ \%$

LAMPIRAN H

PERHITUNGAN *FILL FACTOR EXCAVATOR KOMATSU* PC 400

$$FF = \frac{Kapasitas\ Nyata}{Kapasitas\ Teoritis} \times 100\ \%$$

$$FFexcavator = \frac{1{,}8}{2{,}1} \times 100\ \%$$

$$= 85\ \%$$

LAMPIRAN I

PERHITUNGAN *FILL FACTOR DUMPTRUCK DONGFENG* 375

$$FF = \frac{Kapasitas\ Nyata}{Kapasitas\ Teoritis} \times 100\ \%$$

$$FFdumptruck = \frac{18}{20} \times 100\ \%$$

$$= 90\ \%$$

LAMPIRAN J

PERHITUNGAN *SWEEL FACTOR EXCAVATOR KOMATSU* PC 400

$$SW = \frac{Volume\ insitu}{Volume\ loosw} \times 100\ \%$$

$$SW = \frac{1}{1{,}35} \times 100\ \%$$

$$= 74\ \%$$

LAMPIRAN K

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR KOMATSU* PC 400

Dik : Kapasitas *Bucket* = 2,1 m3
Fill Factor = 85% = 0,85
Efesiensi Kerja = 83 % = 0,83
Swell Factor = 74% = 0,74
Cycle Time = 0,21 menit

Dit : Produktivitas ?

5. Produktivitas perjam

$$P = \frac{EFF\ x\ KB\ x\ SF\ x\ FF\ x\ 60\ menit/jam}{Ct}$$

$$P = \frac{0{,}83\ x\ 2{,}1\ x\ 0{,}74\ x\ 0{,}85\ x\ 60}{0{,}21}$$

P = 313,24 bcm/jam

Jadi, kemampuan produksi alat muat yang digunakan sebesar 313,24 bcm/jam

6. Produktivitas harian

P hari = P jam x Jam kerja
= 313,24 m3 /jam x 20 jam/hari
= 6.264,8 bcm/hari

7. Produktivitas bulanan

P bulan = P hari x Jam kerja
= 6.264,8 m3 / 30 hari
= 187.944 bcm/bulan

Jadi, produktivitas 1 unit *Excavator Komatsu PC 400* dalam perjam 313,24 m3 /jam, perhari 6.264,8 m3 /hari, dan perbulan adalah 187.944 m3 /bulan

LAMPIRAN L

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS *DUMPTRUCK DONGFENG* 375

Dik : Kapasitas *Bucket* = 2,1 m3
Fill Factor = 90% = 0,90
Efesiensi Kerja = 83 % = 0,83
Swell Factor = 74% = 0,74
Cycle Time = 24,49 menit
Jumlah *bucket* (n) = 5 kali pengisian

Dit : Produktivitas ?

1. Produktivitas perjam

$$P = \frac{n(EFF\ x\ KB\ x\ SF\ x\ FF\ x\ 60\ menit/jam)}{Ct}$$

$$P = \frac{5\ x\ 0{,}83\ x\ 2{,}1\ x\ 0{,}74\ x\ 0{,}90\ x\ 60}{24{,}49}$$

P = 14,22 bcm/jam

Jadi, kemampuan produksi alat muat yang digunakan sebesar 14,22 bcm/jam

2. Produktivitas harian

P hari = P jam x Jam kerja
= 14,22 m3 /jam x 20 jam/hari
= 284,4 bcm/hari

3. Produktivitas bulanan

P bulan = P hari x Jam kerja
= 284,4 m3 / 30 hari
= 8.532 bcm/bulan

LAMPIRAN M

PERHITUNGAN WAKTU TUNGGU *EXCAVATOR KOMATSU* PC 400

$$\text{Wtm} = \frac{Nmx\ Cta}{Na} - Ctm$$

$$\text{Wte} = \frac{1x24{,}49}{7} - 0{,}21$$

$$= 3{,}3 \text{ menit}$$

Excavator masih mengalami waktu tunggu ± menit per siklus, artinya sistem gali–angkut belum optimal.

LAMPIRAN N

PERHITUNGAN WAKTU TUNGGU *DUMPTRUCK DONGFENG* 375

$$\text{Wtm} = \frac{Na\ x\ Ctm}{Nm} - Cta$$

$$\text{Wte} = \frac{7x0{,}21}{1} - 24{,}49$$

$$= -23{,}02 \text{ menit}$$

dapat disimpulkan bahwa alat angkut (dump truck) tidak mengalami waktu tunggu, namun alat gali muat (excavator) justru idle menunggu truk tersedia.

LAMPIRAN O

KESERASIAN KERJA ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT

$$MF = \frac{jumlah\ alat\ angkut\ (Na)\ x\ Ctm\ x\ jumlah\ pengisian\ (Np)}{Jumlah\ alat\ muat\ (Nm)\ x\ \ CTa}$$

$$= \frac{7x0,21x5}{1\ x24,49}$$

$$= \frac{7,35}{24,49}$$

$$= 0,3$$

Karena nilai faktor antara keserasian alat gali muat dan alat angkut kurang dari satu, akibatnya alat gali muat banyak menunggu sedangkan *dump truck* banyak yang masih berada di jalan tambang serta sedang menunggu untuk melakukan *dumping* sehingga membuat alat gali muat menunggu untuk melakukan pemuatan.