

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BIAYA *FUEL* ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT
PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* BULAN AGUSTUS 2024
DI PIT E BANKO BARAT PT SATRIA BAHANA SARANA**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Pertambangan*



Oleh:

CHELLY SEPTYNIA MUKHTI

NIM/TM: 21137070/ 2021

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERTAMBANGAN
DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN**

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

"Analisis Biaya Fuel Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan
Overburden Bulan Agustus 2024 di PIT E Banko Barat
PT Satria Bahana Sarana"

Nama : Chelly Septyria Mukhti
NIM/IDP : 21137070/2021
Program Studi : SI Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Koordinator Program Studi
SI Teknik Pertambangan



Dr. Ir. Heri Prabowo, S.T., M.T.
NIP. 1978101420031210/02

Dosen Pembimbing



Riam Marlina, A., S.T., M.T.
NIP. 1985092720232312039

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Dr. Ir. Rudy Amarta, S.T., M.T.
NIP. 197809122005011001

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Dinyatakan Lulus Oleh Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi S1
Teknik Perambungan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Dengan Judul:

*"Analisis Biaya Fuel Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan
Overburden Bulan Agustus 2024 di PIT E Banko Barat
PT Satria Bahana Sarana"*

Oleh:

Nama : Chelly Sentyris Mukhlis
NIM/BP : 211370707 2021
Prodi : S1 Teknik Perambungan
Departemen : Teknik Perambungan
Fakultas : Teknik

Padang, 4 Juni 2025

Tim Penguji

Nama

1. Perubimbing : Rizni Marlina, A, S.T., M.T.
2. Penguji 1 : Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T., M.T.
3. Penguji 2 : Dr. Ir. Heri Prabowo, S.T., M.T.

Tanda Tangan






KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jalan Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 Telepon (0751)7055644
Homepage: <http://pertambangan.fl.unp.ac.id> E-mail : mining@fl.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chelly Septyria Mukhti
NIM/TM : 21137070 / 2021
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Departemen : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

" Analisis Biaya Fuel Alat Gali Muat dan Alat Angkut
Pada Pengupasan Overburden Bulan Agustus 2024 di PITE
Banka Barat PT Satin Bihana Sarana
.....
....."

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 4 Juni 2025

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh
Kepala Departemen Teknik Pertambangan

Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T., M.T.
NIP. 19780912 200501 1 001



BIODATA

A. Data Diri

Nama Lengkap : Chelly Septynia Mukhti
TM/ NIM : 2021/ 21137070
Tempat/ Tanggal Lahir : Duri/ 20 September 2002
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan
Golongan Darah : A
Anak ke : 1 (pertama)
Jumlah Bersaudara : 3 (Bersaudara)
Nama Ayah : Mukhlis
Nama Ibu : Syafwati
Alamat Tetap : Jorong Sungai Janiah, Kenagarian Tabek Panjang, Kecamatan Baso, Kabupaten Agam, Sumatera Barat
Email : chellyseptynia.m@gmail.com



B. Riwayat Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 17 Sungai Janiah
Sekolah Menengah Pertama : MTsN 7 Agam
Sekolah Menengah Atas : SMA N 1 Ampek Angkek
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

C. Skripsi

Judul Skripsi : **Analisis Biaya *Fuel* Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan *Overburden* Bulan Agustus 2024 di PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana**

Tanggal Sidang : 27 Mei 2025

ABSTRAK

“Analisis Biaya *Fuel* Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan *Overburden* Bulan Agustus 2024 di PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana”

Chelly Septynia Mukhti, 21137070, 2021

Bahan bakar (*fuel*) merupakan aspek penting pada pertambangan. Konsumsi bahan bakar yang tidak efisien pada alat mekanis akan membuat biaya produksi menjadi lebih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji biaya *fuel* dan *fuel ratio* alat gali muat serta alat angkut pada aktivitas pengupasan *overburden* di PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa unit Komatsu HD 785 memiliki konsumsi bahan bakar aktual yang tinggi dibandingkan standar perusahaan. Pada Komatsu HD 785 konsumsi bahan bakar aktualnya 64.39 liter/jam, jauh di atas standar 63 liter/jam, dengan produktivitas 70,07 BCM/jam, dibawah target 75 BCM/jam, sehingga nilai *fuel rationya* 0,92 liter/BCM, melebihi standar 0,87 liter/BCM.

Rekomendasi perbaikan dilakukan melalui optimalisasi *cycle time* dan efisiensi kerja, yang berhasil meningkatkan produktivitas Komatsu HD 785 117,59 BCM/jam dengan *fuel ratio* 0,35 liter/BCM. Hal ini juga memperkecil biaya bahan bakar Komatsu HD 785 menjadi Rp. 484.272.

Kata Kunci: *overburden*, produktivitas, *fuel consumption*, *fuel ratio*, biaya *fuel*

ABSTRACT

“Analysis of Fuel Costs for Hauling and Digging Equipment on Overburden Stripping Activity in August 2024 at PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana”

Chelly Septynia Mukhti, 21137070, 2021

Fuel is an important aspect in mining. Inefficient fuel consumption in mechanical equipment can lead to lower production costs. This study aims to assess the fuel costs and fuel ratios of excavators and transport equipment during overburden stripping activities in PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana. The method used is a quantitative approach.

The research results indicate that the Komatsu HD 785 unit has a high actual fuel consumption compared to the company's standards. The actual fuel consumption of the Komatsu HD 785 is 64.39 liters/hour, significantly above the standard of 63 liters/hour; with a productivity of 70.07 BCM/hour; below the target of 75 BCM/hour. As a result, its fuel ratio is 0.92 liters/BCM, exceeding the standard of 0.87 liters/BCM.

Recommendations for improvement were made through optimization of cycle time and work efficiency, which successfully increased the productivity of Komatsu HD 785 117.59 BCM/hour with a fuel ratio of 0.35 liters/BCM. This also reduced the fuel cost of Komatsu HD 785 to Rp. 484,272.

Keywords: *overburden, productivity, fuel consumption, fuel ratio, fuel costs.*

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Biaya *Fuel* Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan *Overburden* Bulan Agustus 2024 di PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana” dengan baik dan lancar. Laporan skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Banyak pihak yang telah membantu, memberi dukungan, dan memperlancar pengerjaan dan penyesuaian skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, kelancaran dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta penulis, Ayahanda Mukhlis dan Ibunda Syafwati, untuk beliau berdualah skripsi ini penulis persembahkan. Terima kasih telah senantiasa memberikan do'a dan dukungan, kasih sayang, *support*, serta memberikan pengaruh besar kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa juga ucapan terima kasih untuk keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
3. Ibuk Riam Marlina. A, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis selama proses penulisan skripsi ini.

4. Bapak Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Dr. Ir. Heri Prabowo, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi S1 Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Kak Irvan Perdana, Kak Ikhsan, Bang Marda, Mba Ani, Mba Sari dan seluruh *Supervisor* dan *Officer* yang berada di Departemen PKPP yang telah membantu penulis selama pengambilan data skripsi ini, serta kenangan indah selama disana.
7. Seluruh Dosen, Staf Pengajar, dan Karyawan Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
8. Teman-teman mahasiswa/mahasiswi dari Departemen Teknik Pertambangan khususnya untuk angkatan 2021.
9. Teruntuk sahabat dan teman terkasih penulis yaitu, Desfia Gita Safitri, Malika Ardha Defitra dan Sherly Ramadani, terima kasih telah menjadi *partner* bertumbuh disegala kondisi sejak sekolah menengah pertama hingga sekarang.
10. Kepada seseorang dengan NIM 21323091 yang banyak terlibat pada proses skripsi ini, yang selalu membantu penulis baik tenaga, waktu, dan pikiran kepada penulis. Telah mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan semangat kepada penulis untuk pantang menyerah.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu memberikan pemikiran demi kelancaran dan keberhasilan penyusunan skripsi ini.

12. Terakhir, terima kasih kepada Chelly Septynia Mukhti, ya! diri saya sendiri.

Terima kasih telah berusaha keras untuk meyakinkan dan menguatkan diri sendiri agar bisa menyelesaikan studi ini sampai selesai. Apresiasi sebesar-besarnya telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai, bertahan, dan terus berusaha sampai dititik ini. Tetaplah menjadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya kepada semua pihak yang telah terlibat dalam membantu menyelesaikan skripsi ini dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Juni 2025

Chelly Septynia Mukhti
21137070

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT KETERANGAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Deskripsi Perusahaan	7
B. Teori Dasar	18

C. Penelitian Relevan.....	33
D. Kerangka Konseptual	38
BAB III METODE PENELITIAN	39
A. Desain Penelitian.....	39
B. Teknik Pengumpulan Data	43
C. Instrumen Penelitian.....	44
D. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	45
E. Diagram Alir.....	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
A. Hasil Penelitian	47
1. Perhitungan Waktu Hambatan Operasi.....	47
2. Efisiensi Kerja Alat.....	50
3. <i>Bucket Capacity</i>	51
4. <i>Bucket Fill Factor (BFF)</i>	51
5. Perhitungan Faktor Pengembang (<i>Swell Factor</i>)	51
6. Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>).....	51
B. Pembahasan	52
1. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	52
2. <i>Fuel Consumption</i>	53
3. <i>Fuel Ratio</i>	54
4. Biaya Bahan Bakar (<i>Fuel</i>).....	55
C. Rekomendasi.....	55
1. Perbaikan Nilai <i>Cycle Time</i>	55

2. Perbaikan Nilai Efisiensi Kerja	56
3. Perbaikan Nilai Produktivitas.....	57
4. Perbaikan Nilai <i>Fuel Consumption</i> dan <i>Fuel Ratio</i>	58
5. Perbaikan Nilai Biaya Bahan Bakar	59
BAB V PENUTUP.....	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Waktu Hambatan Alat Gali Muat.....	49
Tabel 4. 2 Waktu Hambatan Alat Angkut	49
Tabel 4. 3 Efisiensi Kerja Alat	50
Tabel 4. 4 Nilai MA, PA, UA, EU per Unit.....	50
Tabel 4. 5 Tabel <i>Bucket Fill Factor</i>	51
Tabel 4. 6 <i>Cycle Time</i> Alat Gali Muat	52
Tabel 4. 7 <i>Cycle Time</i> Alat Angkut	52
Tabel 4. 8 Produktivitas Alat Gali Muat Aktual	53
Tabel 4. 9 <i>Fuel Consumption</i>	53
Tabel 4. 10 Perbandingan <i>Fuel Ratio Plan</i> dan Aktual	54
Tabel 4. 11 Biaya <i>Fuel</i> per Unit.....	55
Tabel 4. 12 <i>Cycle Time</i> Perbaikan Komatsu 785	56
Tabel 4. 13 Perbaikan Waktu Hambatan Komatsu 785	56
Tabel 4. 14 Perbaikan <i>Fuel Consumption</i>	58
Tabel 4. 15 Perbandingan FR Aktual, Plan dan Perbaikan.....	58
Tabel 4. 16 Biaya <i>Fuel</i> Setelah Perbaikan	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan Struktur Organisasi PT SBS	8
Gambar 2. 2 Peta Wilayah Izin Pertambangan	10
Gambar 2. 3 Peta Geologi Tanjung Enim	12
Gambar 2. 4 Stratigrafi Tanjung Enim	16
Gambar 2. 5 Komatsu HD 785	17
Gambar 2. 6 CAT 777	17
Gambar 2. 7 Excavator CAT 6015.....	18
Gambar 2. 8 Excavator Komatsu PC 1250.....	18
Gambar 2. 9 Kondisi Penambangan Overburden PT SBS	18
Gambar 2. 10 Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali-Muat Terhadap Alat Angkut.....	21
Gambar 2. 11 Pola Pemuatan Berdasarkan Jumlah penepatan Alat Angkut	22
Gambar 3. 1 Peta Kesampaian Daerah Penelitian	41
Gambar 3. 2 PT Satria Bahana Sarana.....	42
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 4. 2 Perbandingan <i>Fuel Ratio</i> Aktual dan <i>Plan</i> Unit	54
Gambar 4. 3 Perbandingan <i>Fuel Ratio</i> Alat Gali <i>Plan</i> , Aktual dan Simulasi.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi <i>Excavator</i> CAT 6015	65
Lampiran 2. Spesifikasi <i>Excavator</i> CAT 390F	66
Lampiran 3. Spesifikasi <i>Excavator</i> Komatsu PC 1250 SP-8R.....	67
Lampiran 4. Spesifikasi HD Caterpillar 777	68
Lampiran 5. Spesifikasi HD Komatsu 785.....	69
Lampiran 6. <i>Cycle Time</i> HD CAT 777	70
Lampiran 7. <i>Cycle Time</i> HD Komatsu 785	71
Lampiran 8. <i>Cycle Time Excavator</i> CAT 6015.....	72
Lampiran 9. <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 1250 SP-8R	73
Lampiran 10. <i>Cycle Time Excavator</i> CAT 390F	74
Lampiran 11. Tabel <i>Bucket Fill Factor</i> (Peurifoy, 2006) dan <i>Swell Factor</i> (Tenriajeng, A. T., 2003)	75
Lampiran 12. Perhitungan Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja	76
Lampiran 13. Perhitungan Nilai PA, MA, UA, EU.....	79
Lampiran 14. Perhitungan <i>Bucket Fill Factor</i>	83
Lampiran 15. Perhitungan Produktivitas.....	84

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT Satria Bahana Sarana (SBS) merupakan perusahaan kontraktor yang bergerak dibidang penambangan batubara dan *overburden* berlokasi di Tanjung Enim, Provinsi Sumatera Selatan, dengan sistem penambangan terbuka (*open pit mining*). Dalam menjalankan kegiatan penambangan, peralatan mekanis menjadi salah satu kebutuhan terpenting untuk mendukung kelancaran operasional penambangan. Pada kegiatan pengupasan *overburden*, PT Satria Bahana Sarana menggunakan kombinasi alat mekanis yaitu alat gali muat berupa *Excavator* Komatsu (Komatsu PC 1250-8R) dan Caterpillar (CAT 6015 dan CAT 390F), sedangkan untuk alat angkutnya menggunakan Komatsu (Komatsu 785) dan Caterpillar (CAT 777).

Dalam kegiatan penambangan, bahan bakar menjadi salah satu komponen terbesar dalam biaya operasional, berfungsi untuk menggerakkan alat-alat mekanis, sehingga target produksi bisa tercapai (Edwin Harsiga, 2021). Kenaikan konsumsi bahan bakar dapat menyebabkan peningkatan biaya operasional yang signifikan, yang berdampak langsung pada biaya perusahaan karena mempengaruhi profitabilitas dan keberlanjutan operasional perusahaan secara keseluruhan (Ridho Yovanda, 2023). Produktivitas dapat dinyatakan berhasil jika alat mekanis mampu memenuhi target produksi dengan menggunakan konsumsi bahan bakar seminimal mungkin.

Penggunaan alat mekanis yang tidak optimal dapat berdampak negatif pada pencapaian target produksi dan biaya yang dikeluarkan. Seringkali, target produksi yang telah ditetapkan tidak terpenuhi akibat hambatan-hambatan yang mengganggu aktivitas alat gali muat dan angkut, yang pada akhirnya mempengaruhi efisiensi kerja dari alat itu sendiri (M. Alan, 2021). Demi menunjang kinerja peralatan mekanis, penggunaan bahan bakar sebagai penggerak mesin harus sesuai dengan target yang ditetapkan oleh perusahaan. Dengan meningkatnya permintaan bahan bakar, khususnya solar, penting untuk melakukan kajian terhadap penggunaan bahan bakar guna mengantisipasi tingginya angka *fuel ratio* dalam aktivitas penambangan (Iashania, 2011).

Fuel ratio merupakan perbandingan antara konsumsi bahan bakar (*fuel*) yang digunakan untuk kegiatan penambangan dengan produksi lapisan *overburden* yang dihasilkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai *fuel ratio* adalah *fuel consumption* (liter/jam) dan produktivitas alat (BCM/jam) (Iashania, 2011). Oleh karena itu, analisis produktivitas *overburden* dan konsumsi bahan bakar menjadi sangat penting, dengan adanya perbandingan antara nilai *fuel ratio plan* dan *fuel ratio actual*, perusahaan dapat mengetahui apakah mereka memperoleh keuntungan atau mengalami kerugian dari penggunaan bahan bakar tersebut (Iashania, 2011).

Pada lokasi penelitian terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Salah satunya adalah area *manuver* yang sempit, menyebabkan antrian pada *hauler*, serta kondisi jalan yang bergelombang memperlambat proses pengangkutan material. Selain itu, pada bulan Agustus

2024, target *fuel consumption* yang telah ditetapkan oleh perusahaan tidak tercapai. Produktivitas alat gali muat dan alat angkut masih rendah, disebabkan oleh tingginya nilai *delay* pada *cycle time* serta rendahnya nilai efisiensi kerja. Akibatnya, target produksi tidak bisa tercapai dan nilai *fuel ratio* melebihi dari standar yang telah ditetapkan perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar dengan cara menekan nilai *cycle time* dan meningkatkan efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut, sehingga konsumsi bahan bakar sesuai dengan produktivitas yang ingin dicapai perusahaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis berkeinginan untuk menganalisa dan menjadikannya sebuah kajian penelitian dengan judul **“Analisis Biaya *Fuel* Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan *Overburden* Bulan Agustus 2024 di PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana”**.

B. Identifikasi Masalah

Masalah pada penelitian ini adalah:

1. Adanya antrian dikarenakan area *manuver* yang sempit, hal ini menyebabkan tingginya penggunaan bahan bakar.
2. Tidak tercapainya target *fuel consumption* alat gali muat dan alat angkut di bulan Agustus 2024 sehingga memperbesar biaya bahan bakar.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di *site* kerja PIT E Banko Barat PT Satria Bahana Sarana yang terletak di Tanjung Enim, Sumatera Selatan.
2. Penelitian ini hanya meneliti *fuel consumption*, *fuel cost* alat gali muat dan alat angkut di bulan Agustus 2024 pada kegiatan pengupasan *overburden*.
3. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan *fuel ratio plan* dan *fuel ratio actual* alat gali muat dan alat angkut pada bulan Agustus 2024.
4. Pada penelitian ini penulis memfokuskan pada alat gali muat berupa *Excavator* CAT 6015, CAT 390F dan *Excavator* Komatsu PC1250, serta alat angkut yaitu CAT HD 777E dan Komatsu HD 785.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT Satria Bahana Sarana?
2. Berapa *fuel consumption* dan biaya *fuel* alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT Satria Bahana Sarana?
3. Bagaimana perbandingan antara *fuel ratio plan* dan *fuel ratio actual* alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT Satria Bahana Sarana?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menghitung produktivitas alat gali muat dan alat gali angkut aktual pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT Satria Bahana Sarana.

2. Mengetahui *fuel consumption* dan biaya *fuel* alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT Satria Bahana Sarana.
3. Menganalisa dan menghitung *fuel ratio plan* dan *fuel ratio actual* alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* di bulan Agustus 2024, apakah mencapai target perusahaan atau tidak.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk Mahasiswa
 - a. Dapat memberikan manfaat untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi biaya bahan bakar pada kegiatan penambangan.
 - b. Meningkatkan pemahaman dan wawasan mengenai analisis biaya bahan bakar pada kegiatan penambangan khususnya pada kegiatan pengupasan *overburden*.
 - c. Mengetahui cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar, yang dapat mengurangi biaya operasional.
2. Untuk Universitas
 - a. Meningkatkan reputasi universitas sebagai pusat penelitian yang relevan dan inovatif dalam industri pertambangan.
 - b. Melalui kegiatan penelitian ini, dapat mengimplementasikan Pasal 3 Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
 - c. Memberikan referensi dan inovasi baru untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

3. Untuk Pihak Perusahaan

- a. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui efisiensi dari bahan bakar alat mekanis pada kegiatan pengupasan *overburden*.
- b. Agar perusahaan dapat menentukan strategi untuk mempertahankan penggunaan bahan bakar yang efektif.
- c. Penelitian ini diharapkan akan menghasilkan informasi mengenai analisis biaya bahan bakar alat mekanis pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT Satria Bahana Sarana.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Perusahaan

1. Sejarah Singkat PT Satria Bahana Sarana

PT Satria Bahana Sarana merupakan salah satu perusahaan kontraktor yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara yang terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Perusahaan ini memiliki kantor pusat yang terletak di Jl. Jurang Parigi Dalam No. 5 Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.

PT Satria Bahana Sarana berdiri di bulan Maret 2004 dengan usaha inti sebagai jasa penyewaan kendaraan. Pada tahun 2005, PT Satria Bahana Sarana mengembangkan usahanya dengan memberikan jasa rental alat-alat berat, dan terus berkembang menjadi perusahaan kontraktor penambangan batubara di tahun 2008.

Pada tanggal 28 Januari 2015 disepakati penandatanganan perjanjian investasi antara PT Satria Bahana Sarana dengan PT Bukit Multi Investama (BMI), anak perusahaan PT Bukit Asam Tbk. Perjanjian ini telah menjadikan komposisi saham PT Satria Bahana Sarana 95% (Sembilan puluh lima persen) dimiliki oleh BMI, dan 5% dimiliki oleh PT Tri Ihwa Sejahtera. Pada bulan Agustus 2018 saham PT Satria Bahana Sarana 5% diakuisisi oleh PT BAK dari PT TISE, sehingga kepemilikan saham PT Satria Bahana Sarana 100% menjadi milik PT Bukit Asam Group.

PT Satria Bahana Sarana sendiri saat ini mengelola PIT yang ada di Banko Barat dan Banko Tengah. PIT yang dikelola oleh PT Satria Bahana Sarana di Banko Barat yaitu, PIT 1 utara dan PIT 1 timur. Sedangkan di Banko Tengah yaitu, PIT E yang merupakan tambang baru. Lokasi penambangan Banko Barat berjarak sekitar 7,8 km dari Tanjung Enim kearah barat.

2. Struktur Organisasi Perusahaan

PT Satria Bahana Sarana dipimpin oleh seorang Direktur Utama dan dibawahnya terdapat 3 direktur dengan bidang yang berbeda untuk mengawasi jalannya kegiatan operasional.



Sumber: PT SBS (satriabahana.co.id)

Gambar 2. 1 Bagan Struktur Organisasi PT SBS

3. Visi, Misi, dan Tata Nilai Kerja Perusahaan

a. Visi Perusahaan

“Menjadi perusahaan pertambangan yang efisien melalui keunggulan manusia dan kemajuan teknologi untuk memaksimalkan keuntungan dan memberikan nilai tambah bagi para pemangku kepentingan.”.

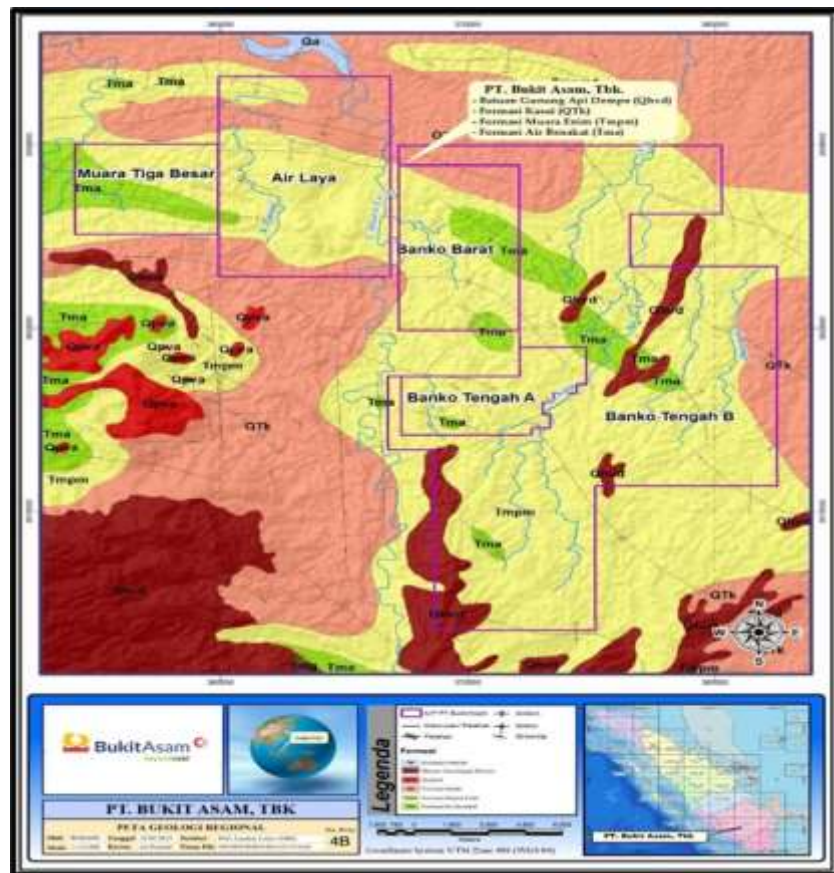
b. Misi Perusahaan

- 1) Penyedia jasa solusi penambangan yang efisien melalui keunggulan insani dan kemajuan teknologi untuk memaksimalkan keuntungan serta memberi nilai tambah bagi *stakeholder*.
- 2) Keselamatan, kesehatan kerja & lingkungan hidup adalah komitmen kami.

4. Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian sesuai dengan Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT Satria Bahana Sarana terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan dengan jarak ± 168 km dari barat daya pusat kota Palembang.

Daerah operasional penambangan Banko Barat dengan luas mencapai 4500 hektar merupakan salah satu wilayah operasional PT Bukit Asam (Persero) Tbk yaitu sekitar 7 km dari Tanjung Enim ke arah timur. Secara administratif daerah Banko Barat termasuk daerah lokasi Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.



Sumber: Satker Eksplorasi Rinci PT. Bukit Asam Tbk

Gambar 2. 2 Peta Wilayah Izin Pertambangan

5. Kondisi Topografi dan Geomorfologi

a. Kondisi Topografi

Topografi Kabupaten Muara Enim cukup beragam mulai dari dataran rendah sampai dengan dataran tinggi. Sebagian besar kecamatan terletak di daerah dataran rendah dengan ketinggian kurang dari 100 meter di atas permukaan laut (dpl) yang meliputi 20 (dua puluh) kecamatan, dengan cakupan luas mencapai 7.058,41 km² (77,22 persen) dari luas Kabupaten Muara Enim. Lima kecamatan lainnya berada pada ketinggian lebih dari 10 meter di atas permukaan laut (mdpl), yaitu Kecamatan Lawang Kidul (100-50 m dpl), Kecamatan Tanjung Agung

(500-800 mdpl), Kecamatan Semende Darat Tengah (100 m dpl), Kecamatan Semende Darat Laut (500- 1000 m dpl) dan Kecamatan Semende Darat Ulu (>100 m dpl).

Dengan keragaman topografi tersebut menimbulkan terbentuknya banyak bukit dan sungai. Sebagian besar wilayah Kabupaten Muara Enim (75,7 persen) terletak pada kemiringan lereng kurang dari 120 dan 9,4 persen berada pada kemiringan lereng 120-400 dan selebihnya merupakan daerah dengan kemiringan lebih besar dari 400 sekitar 14 persen. Daerah dataran tinggi di bagian barat daya, merupakan bagian dari rangkaian pegunungan Bukit Barisan.

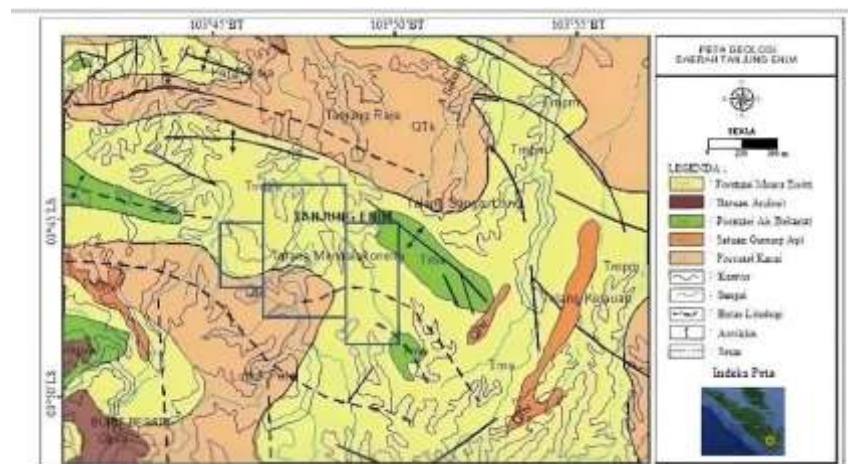
b. Geomorfologi

Secara geomorfologi daerah penelitian terletak pada fisiografi Zona Dataran Rendah dan Bukit pada Sumatera Selatan, serta termasuk dalam cekungan Sumatera Selatan yang merupakan Cekungan Busur Belakang (*back arc basin*) berumur *Tersier*. Pada bagian cekungan belakang busur (*back arc basin*) keterjadian struktur yang berkembang yaitu kompresi dan pensesaran lateral (*strikeslip* atau *wrenching*). Sementara itu pada busur vulkanik (*volcanic arc*) struktur geologi yang terjadi dikontrol oleh sesar geser (*wrenching*) (Muhammad Faried, 2020).

6. Kondisi Geologi dan Stratigrafi

a. Kondisi Geologi

Secara geologi, daerah penelitian termasuk dalam cekungan Sumatera Selatan yang merupakan cekungan zaman *Tersier* yang dibatasi pada bagian barat daya oleh Sesar Semangko dan Bukit Barisan, pada bagian timur laut dibatasi oleh Paparan Sunda, pada bagian tenggara dibatasi oleh Tinggian Lampung dan Cekungan Sunda, serta Pegunungan Dua Belas dan Pegunungan Tiga Puluh di sebelah barat laut yang memisahkan Cekungan Sumatera Selatan dengan Cekungan Sumatera Tengah (Koesoemadinata, dkk., 1981).



Gambar 2. 3 Peta Geologi Tanjung Enim

Struktur geologi daerah Tanjung Enim dan sekitarnya memiliki struktur geologi yang tersusun atas Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai.

- 1) Formasi Air Benakat merupakan formasi tertua dengan usia meosen tengah-meiosen akhir. Formasi Air Benakat merupakan permulaan endapan regresi dan terdiri dari lapisan pasir pantai. Formasi ini terdiri dari serpih, batu lanau, napal, batu pasir yang sebagian bersifat gampingan, serpih berwarna kelabu terang-kehijauan,

berlapis baik kadang-kadang bersifat gampingan (Sukmawardany, 2002).

- 2) Formasi Muara Enim lebih merupakan endapan rawa sebagai fase akhir regresi, dan terjadilah endapan batubara yang penting. Formasi ini terdiri dari batulempung, serpih, batupasir dan beberapa lapisan batubara (Tandlary, 2013).
- 3) Formasi Kasai ini dicirikan oleh tufa yang berwarna putih, seperti yang tersingkap di daerah Suban maupun Klawas. Terdiri dari *interbed tuff*, batu lempungan tufaan, batu lanau tufaan, batu lempung tufaan dan batubara tipis. Lingkungan pengendapannya dari darat sampai transisi dengan ketebalan 500 – 1000 meter.

b. Kondisi Stratigrafi

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

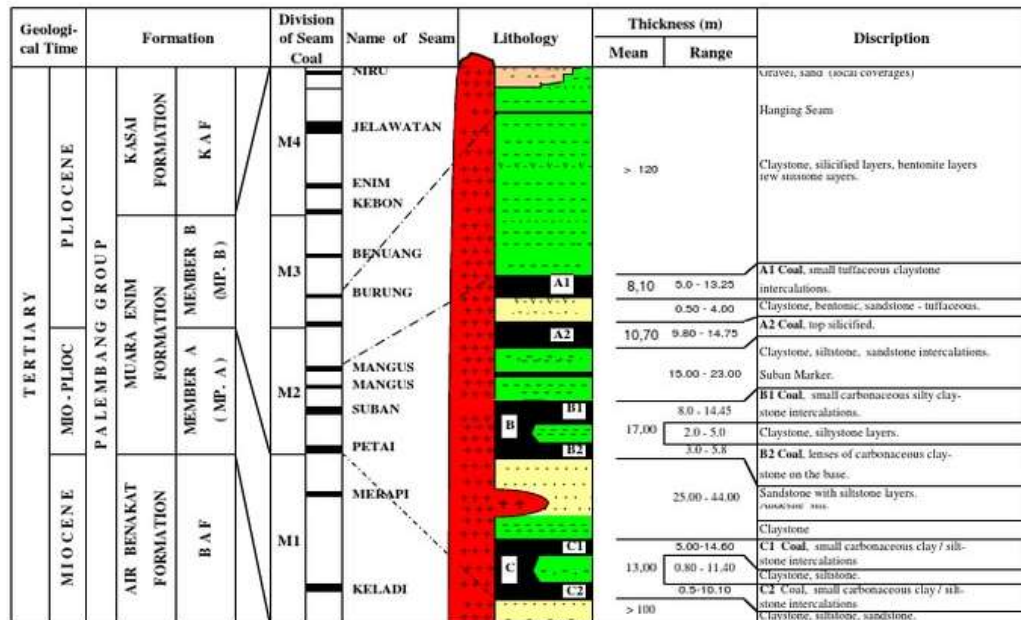
- 1) Lapisan Batubara C disebut juga Lapisan Petai. Dengan ketebalan 13 m, berwarna hitam mengkilat dan mengandung lapisan pengotor batu lempung dan batulanau dengan ketebalan 0,8-11 m.
- 2) Lapisan Interburden B2 dan C, dicirikan oleh batu pasir dengan sisipan batulanau memiliki ketebalan 25–44 m.
-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

- 9) Lapisan Batubara A1 atau Mangus Atas. Berupa lapisan batubara dengan sisipan batubara silikaan dan lapisan pengotor. Memiliki ketebalan 5 – 13,25 m.
- 10) Overburden, berupa batu lanau, batu lempung, dan batu pasir, terdapat pula batubara gantung (*hanging seam*) yang disebut lapisan burung.
11. Unit M3 pada dasarnya terdiri dari *sand* dan *silt* (40-120 m). Lebih banyak *fluvial* daripada *limnic*.

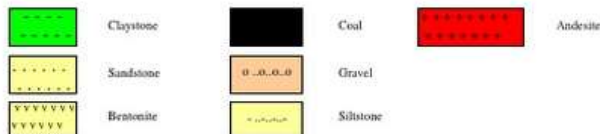
Stratigrafi lokal daerah penelitian berada pada formasi Muara Enim anggota A. Anggota ini terdiri atas satuan batupasir sisipan batulanau, batulempung dan Seam batubara A-E, dengan tebal formasi 100-300 m. Anggota ini terendapkan diatas formasi Air Benakat dan dibawah dari anggota B formasi Muara Enim. Dari empat sub-bagian tersebut, lapisan M2 dan M4 mengandung lapisan batubara yang paling ekonomis dan potensial secara ekonomis (Gunradi dkk, 2005).

STRATIGRAPHIC SEQUENCE AND LITHOLOGICAL COLUMN OF TANJUNG ENIM COALFIELD

(Not to Scale)



Remark :



Gambar 2. 4 Stratigrafi Tanjung Enim

7. Kondisi Lokasi Penelitian

Pada kegiatan pengupasan *overburden*, PT Satria Bahana Sarana menggunakan kombinasi alat mekanis yaitu alat gali muat berupa *Excavator* Komatsu (Komatsu PC 1250-8R) dan Caterpillar (CAT 6015 dan CAT 390F), sedangkan untuk alat angkutnya menggunakan *Heavy Duty* (HD) Komatsu (Komatsu 785) dan Caterpillar (CAT 777), dengan jarak angkut lebih dari 2500 meter. Pola pemuatan yang digunakan adalah *top loading* yaitu *backhoe* melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya diatas jenjang atau *truck* berada di bawah alat muat. Saat pemuatan di *loading point* pola pengisian tergantung merupakan *single back up* yaitu *truck* memosisikan diri guna dimuati pada suatu tempat, dan *truck* selanjutnya menunggu *truck* di depannya untuk diisi hingga penuh.



Gambar 2. 5 Komatsu HD 785



Gambar 2. 6 CAT 777



Gambar 2. 7 *Excavator CAT 6015*



Gambar 2. 8 *Excavator Komatsu PC 1250*



Gambar 2. 9 Kondisi Penambangan *Overburden* PT SBS

B. Teori Dasar

1. Pengupasan Tanah Penutup (*Overburden*)

Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) merupakan suatu proses pemindahan lapisan tanah penutup yang bertujuan untuk mengambil bahan galian yang berada di bawahnya, dan merupakan suatu aktivitas pada tahapan awal dari penambangan (Winaldi, 2023).

Pengupasan tanah penutup (*overburden*) ini juga merupakan pekerjaan awal dalam suatu operasi penambangan. Pekerjaan *stripping overburden* ini sangat penting untuk mendapatkan *stripping ratio* yang baik dan *recovery* batubara yang tinggi. Pada tahap ini juga akan dibuat *bench-bench* sebagai tempat kerja alat berat (Winaldi, 2023).

2. Metode Pengupasan Tanah Penutup (*Overburden*)

Menurut Tenriajeng (2003), adapun metode dari pengupasan lapisan material penutup, yaitu:

a. *Backfilling Digging Methode*

Pada cara ini material ini penutup dibuang ke tempat pembuangan bekas penambangan atau daerah yang tidak memiliki lapisan batubara didalamnya. Cara ini cocok untuk material penutup yang bersifat:

- 1) Tidak diselingi oleh berlapis-lapis endapan bahan galian.
- 2) Material atau batuan lunak.
- 3) Letaknya mendatar.

b. *Benching System*

Benching System merupakan cara pengupasan lapisan material penutup dengan system jenjang (*benching*). Cara ini pada waktu pengupasan lapisan material penutup sekaligus membuat jenjang. Sistem ini cocok untuk:

- 1) Material penutup yang tebal
- 2) Bahan galian yang cukup tebal

c. *Multi Bucket Excavator System*

Pada pengupasan cara ini, material penutup dibuang ketempat yang sudah digali atau ke tempat pembuangan khusus. Caranya yaitu dengan menggunakan *Bucket Wheel Excavator (BWE)*, sistem ini cocok untuk material yang memiliki sifat lunak dan tidak lengket.

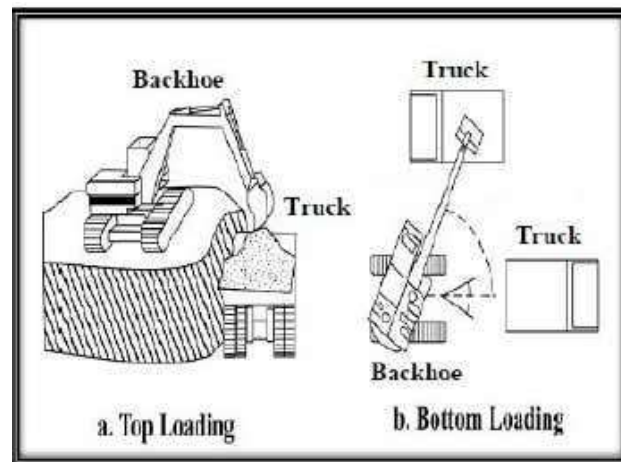
d. *Drag Scraper System*

Drag Scraper System biasanya cara pengambilan material penutup diikuti pengambilan bahan galian setelah material penutup dibuang, tetapi bisa juga material penutup diambil terlebih dahulu berikutnya pengambilan bahan galian tambang. Sistem ini sangat cocok untuk material penutup yang memiliki sifat lunak dan lepas.

3. Pola Pemuatan

Kegiatan pemuatan material hasil pembongkaran dari alat muat ke alat angkut memiliki beberapa cara pemuatan atau pola pemuatan. Pola pemuatan pada operasi pengangkutan di tambang terbuka dikelompokkan menjadi:

- a. Berdasarkan dari posisi alat angkut untuk dimuati hasil galian alat gali-muat (pola galian muat), maka terdapat dua pola yaitu:
 - 1) *Top Loading*: kedudukan alat gali-muat lebih tinggi dari alat angkut (alat gali-muat berada di atas jenjang dan alat angkut berada di bawah jenjang). Cara ini hanya dipakai pada alat gali-muat *backhoe*.
 - 2) *Bottom Loading*: posisi dimana alat muat dan alat angkut berada pada level 1 (sejajar sama-sama di atas jenjang).



Sumber: Hustrulid et al, 2013

Gambar 2. 10 Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali-Muat Terhadap Alat Angkut

- b. Berdasarkan dari jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati terhadap posisi alat gali-muat maka ada tiga pola sebagai berikut:

1) *Single Back Up*

Alat angkut memposisikan untuk dimuati pada satu tempat sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh, setelah alat angkut pertama berangkat alat angkut kedua memposisikan diri untuk dimuati sedangkan alat angkut ketiga menunggu dan begitu seterusnya.

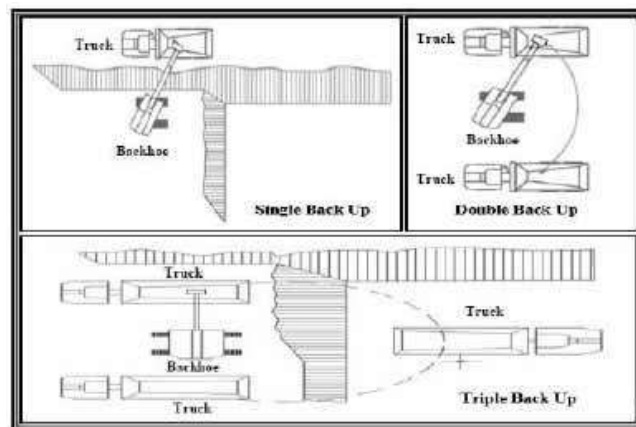
2) *Double Back Up*

Alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat kemudian alat gali-muat mengisi salah satu alat angkut sampai penuh setelah itu mengisi alat angkut kedua yang sudah memposisikan diri di sisi lain sementara alat angkut kedua diisi, alat

angkut ketiga memposisikan diri ditempat yang sama dengan alat angkut pertama dan seterusnya.

3) *Triple Back Up*

Alat angkut ini memposisikan diri untuk dimuati pada tiga tempat kemudian alat gali-muat mengisi salah satu alat angkut sampai penuh setelah itu mengisi alat angkut kedua sampai penuh dan mengisi alat angkut ketiga sampai penuh ditiga posisi tempat yang berbeda.



Gambar 2. 11 Pola Pemuatan Berdasarkan Jumlah penempatan Alat Angkut

4. Produktivitas

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

Produktivitas alat gali muat dan alat angkut adalah besarnya produksi yang dapat dicapai dalam kenyataan kerja alat gali muat dan alat angkut berdasarkan kondisi yang dicapai saat ini (Fernandes, 2022).

Produksi alat mekanis dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya dilapangan. Berikut persamaan dari produktivitas alat gali muat dan alat angkut menurut Indonesianto (2012):

Perhitungan untuk produktivitas alat muat adalah sebagai berikut:

$$Q = \left(\frac{3600}{CTm} \right) \times Kb \times BFF \times Ek \times Sf \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas unit alat gali muat (BCM/ jam)

CTm = Waktu edar unit alat gali muat (detik)

Kb = Kapasitas *bucket* unit gali muat (m³)

BFF = *Bucket Fill factor*

Ek = Efisiensi Kerja Alat

Sf = *Swell Fill Factor*

Perhitungan untuk produktivitas alat angkut adalah sebagai berikut:

$$Q = \left(\frac{60}{CTa} \right) \times Kba \times n \times BFF \times Ek \times Sf \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas unit alat gali angkut (BCM/ jam)

CTa = Waktu edar unit alat gali angkut (menit)

n = Jumlah curah pengisian

Kba = Kapasitas *bucket* unit gali angkut (m³)

BFF = *Bucket Fill Factor*

Ek = Efisiensi Kerja

Sf = *Swell Factor*

a. Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Waktu edar (*cycle time*) adalah waktu yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pengerjaan yang dilakukan oleh suatu alat.

1) Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar alat gali-muat adalah waktu yang digunakan alat muat untuk menyelesaikan satu siklus pemuatan, dinyatakan dalam persamaan (Prodjosumarto, P., 1993):

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

CT_m = Waktu edar alat gali muat (menit)

T_{m1} = Waktu menggali material/ *digging* (menit)

T_{m2} = Waktu berputar/*swing* dengan *bucket* terisi muatan (menit)

T_{m3} = Waktu menumpahkan muatan/ *Loading* (menit)

T_{m4} = Waktu berputar/*swing* dengan *bucket* kosong (menit)

2) Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar (*cycle time*) alat angkut adalah waktu yang digunakan alat angkut untuk menyelesaikan satu siklus pengangkutan yang terdiri dari memuat material oleh alat gali muat dan mengangkutnya ke lokasi pembuangan (*disposal*), dinyatakan dalam persamaan (Prodjosumarto, P., 1993):

$$CT_a = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

CT_a = Waktu edar alat angkut (menit)

Ta1 = Waktu mengambil posisi untuk siap dimuati (menit)

Ta2 = Waktu diisi muatan (menit)

Ta3 = Waktu mengangkut muatan (menit)

Ta4 = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan (menit)

Ta5 = Waktu muatan ditumpahkan/dumping (menit)

Ta6 = Waktu kembali kosong (menit)

b. *Bucket Fill Factor*

Faktor Pengisian Bucket adalah perbandingan antara volume material yang dapat ditampung oleh *bucket* dan volume yang secara teoritis harus ditampung oleh *bucket* (Partanto, 1995).

Perhitungan faktor pengisian *bucket* dinyatakan dalam persen menggunakan rumus (Prodjosumarto, P.,1993):

$$\text{Bucket Fill Factor} = \frac{V_n}{V_t} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

Bff = *Bucket Fill Factor*

Vn = Volume aktual (m³)

Vt = Volume teoritis (m³)

c. Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

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

$$\mathbf{swell\ factor = \frac{loose\ volume}{bank\ volume} \dots\dots\dots (6)}$$

$$\mathbf{\%\ swell = \frac{bank\ volume - loose\ volume}{loose\ volume} \dots\dots\dots (7)}$$

d. Efisiensi Kerja

Menurut Oemiati *et.al* (2020), efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia yang dinyatakan dalam persentase (%). Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja akan mengakibatkan waktu kerja efektif semakin kecil sehingga efisiensi kerja juga semakin kecil. Semakin besar efisiensi maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan.

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan yang merupakan perbandingan antara waktu yang digunakan untuk bekerja dengan waktu kerja yang tersedia. Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja yaitu (Prodjosumarto, P., 1993.)

$$\mathbf{We = Wt - (Wd + Wtd) \dots\dots\dots (8)}$$

Keterangan:

We = Waktu kerja efektif

Wt = Waktu kerja tersedia

Wd = Waktu hambatan yang dapat dihindari

Wtd = Waktu hambatan tidak dapat dihindari

Efisiensi kerja secara teoritis dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Ek = \frac{We}{Wt} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

Ek = Efisiensi kerja (%)

We = Waktu efektif

Wt = Waktu kerja tersedia

Physical Availability (PA), *Mechanical Availability (MA)*, *Utilization of Availability (UA)*, *Effective Utilization (EU)*, sering kali menjadi acuan dalam perhitungan produktivitas utama alat berat, dan berhubungan dengan efisiensi kerja. Berikut dijelaskan empat indikator ini beserta cara perhitungan nilainya menurut (Partanto, 1993):

1) *Physical Availability (PA)*

Physical Availability (PA) adalah angka yang menunjukkan persentase ketersediaan suatu alat beroperasi dengan memperhitungkan waktu yang hilang akibat faktor non-mekanis seperti hujan, jalan rusak, waktu istirahat, dan lainnya. Untuk menghitung nilai *PA* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

W = Waktu kerja atau *Working Hours* (jam)

R = Waktu perbaikan (jam)

S = Waktu tidak beroperasi/ tunggu atau *Standby* (jam)

2) *Mechanical Availability (MA)*

Mechanical Availability (MA) adalah angka yang menunjukkan persentase kemampuan suatu alat untuk beroperasi dengan memperhitungkan waktu yang hilang akibat faktor mekanis seperti, perawatan, penggantian *spare parts* dan lain-lain. Untuk menghitung nilai *MA* dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

W = Waktu kerja atau *Working Hours* (jam)

R = Waktu perbaikan (jam)

3) *Utilization of Availability (UA)*

Utilization of Availability (UA) adalah angka yang menunjukkan persentase waktu yang digunakan alat berat untuk beroperasi pada saat alat dapat digunakan. Untuk menghitung nilai *UA* dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

W = Waktu kerja atau *Working Hours* (jam)

S = Waktu tidak beroperasi/ tunggu atau *Standby* (jam)

4) *Effective Utilization (EU)*

Utilization adalah angka yang menunjukkan persentase waktu yang digunakan untuk beroperasi suatu alat berat dan seluruh

waktu yang tersedia. Untuk menghitung nilai *EU* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

W = Waktu kerja atau *Working Hours* (jam)

R = Waktu perbaikan (jam)

S = Waktu tidak beroperasi/ tunggu atau *Standby*

5. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) adalah total pemakaian bahan bakar untuk masing-masing alat gali muat dan alat angkut dalam satu *fleet* yang ditunjukkan dalam volume (liter) per jam. Konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh kondisi mesin setiap alat, kinerja operator dalam menjalankan alat-alat tersebut, dan kondisi kerja pada saat alat-alat tersebut bekerja. Untuk mengetahui jumlah konsumsi bahan bakar dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Merlin, 2016):

$$FC = \frac{\text{Total FC}}{\text{Operating Hours (OH)}} \dots\dots\dots (14)$$

Dimana:

FC = konsumsi bahan bakar (liter/jam)

Total FC = jumlah konsumsi bahan bakar (liter/bulan)

OH = *operating hours* (jam/bulan)

a. *Fuel Ratio*

Fuel ratio menunjukkan perbandingan antara penggunaan bahan bakar (liter/jam) dengan produksi yang dihasilkan (bcm/jam).

Penggunaan *fuel ratio* bertujuan agar dapat mengetahui seberapa banyak konsumsi bahan bakar yang diperlukan sehingga dapat mengontrol biaya produksi. *Fuel ratio* sangat mempengaruhi suatu perusahaan tambang apakah akan memperoleh keuntungan atau kerugian. Nilai *fuel ratio* dapat dihitung dengan rumus berikut (Merlin, 2016):

$$Fuel\ Ratio = \frac{Jumlah\ Fuel\ Consumption\ (\frac{liter}{jam})}{Produktivitas\ (\frac{bcm}{jam})} \dots\dots\dots (15)$$

b. Biaya Bahan Bakar

Biaya merupakan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau yang kemungkinan akan terjadi untuk tujuan tertentu. Biaya dalam produksi tidak hanya biaya bahan baku, tetapi juga terdapat klasifikasi biaya yang lainnya (Mulyadi, 2005). Dalam industri pertambangan, manajemen biaya merupakan aspek penting untuk keberhasilan operasional. Biaya pertambangan dibagi menjadi dua kategori utama:

- 1) Biaya Variabel (*Variable Cost*): Biaya variabel adalah biaya yang berubah secara proporsional dengan tingkat produksi atau aktivitas penambangan. Semakin tinggi produksi, semakin tinggi pula biaya variabel total. Contoh biaya variabel dalam penambangan:
 - a) Bahan Bakar: Konsumsi solar/bahan bakar untuk alat berat, *dump truck*, dan mesin pengolahan.
 - b) Bahan Peledak: Biaya ANFO, detonator, dan material peledakan lainnya.

- c) Biaya Penggantian Suku Cadang: Ban untuk *dump truck*, *bucket teeth* untuk *excavator*, dll.
- d) Oli dan Pelumas: Untuk perawatan rutin alat berat.
- e) Biaya Tenaga Kerja: Upah lembur, tenaga kerja kontrak berdasarkan produksi.

2) Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap adalah biaya yang tidak berubah terlepas dari tingkat produksi atau aktivitas penambangan dalam jangka pendek hingga menengah. Contoh biaya tetap dalam penambangan:

- a) Depresiasi Alat Berat: Penyusutan nilai alat-alat seperti *excavator*, *dump truck*, *crusher*.
- b) Gaji Tetap Karyawan: Gaji manajemen, staf teknis, dan karyawan permanen.
- c) Biaya Perizinan dan Lisensi: Izin pertambangan, AMDAL, dll.
- d) Biaya Reklamasi: Dana jaminan reklamasi yang disisihkan.
- e) Infrastruktur Tambang: Pembangunan jalan, sistem *drainase*, dll.

Biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar alat mekanis adalah biaya tidak tetap (*variable cost*) dalam suatu anggaran biaya pelaksanaan (*cost budgeting*), dimana pada dasarnya biaya tidak tetap harus dikendalikan karena disamping jumlahnya lebih dominan juga sifatnya lebih sensitif terhadap penyimpangan.

Pada kajian ini akan berfokus pada penggunaan bahan bakar solar pada alat operasional pengupasan *overburden*. Mencari biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi bahan bakar dapat menggunakan persamaan (Anggraini, 2019:12):

$$\mathbf{Biaya\ Konsumsi\ Bahan\ Bakar = A \times B \dots\dots\dots (16)}$$

Dimana:

A = Total konsumsi bahan bakar (liter)

B = Harga Bahan Bakar (Rp/liter)

C. Penelitian Relevan

No	Penulis, Tahun dan Topik Penelitian	Metode & Hasil Penelitian	Kesesuaian dengan Topik yang Dipilih	
1	<p>Yunita, Edwin Harsiga (2023) Analisis <i>Fuel Ratio</i> pada <i>Project</i> Penambangan di Pit 1 PT Cahaya Riau Mandiri <i>Jobsite</i> PT Duta Alam Sumatera. Mine Journal Coservation April 2023, 8 (1), 39-46</p>	<p>Metode: Analisis Kuantitatif, menganalisa <i>fuel ratio</i> pada <i>project</i> penambangan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi <i>loose opportunity</i> dan keuntungan atau kerugian yang dialami perusahaan.</p> <p>Hasil Penelitian: Penelitian ini menunjukkan bahwa <i>fuel ratio plan</i> lebih kecil dari <i>fuel ratio actual</i>, menyebabkan kerugian. Total ketidakefisienan mencapai Rp 45.989.837,74.</p>	<p>Penelitian ini menekankan biaya <i>fuel</i> dan <i>fuel ratio</i> pada alat gali muat dan di periode Maret dan April</p>	<p>Penelitian ini tidak membahas <i>fuel ratio</i> pada alat angkut</p>
2	<p>Ridho Yovanda (2023) Evaluasi Biaya <i>Fuel</i> Pengupasan <i>Overburden</i> di PIT 7C PT Utama Wira Karya Jaya Perkasa Subkontraktor PT Baturona Adimulya Musi Banyuasin Sumatera Selatan. Jurnal Manajemen & Akutansi Prabumulih Conservation Juli-Desember 2023, 7 (2), 32-42</p>	<p>Metode: Pengolahan data sekunder dan primer didapatkan produksi <i>overburden</i> aktual Oktober 2023, didapatkan biaya operasional alat per unit dengan cara biaya operasional alat dibagi dengan produksi <i>overburden</i>.</p> <p>Hasil Penelitian: Biaya operasional dalam kegiatan <i>overburden</i> pada kondisi aktual adalah sebesar Rp 1.676.578.000 atau Rp 33.200 per <i>bcm</i> dengan jarak 700 m ke area <i>disposal</i>. Faktor yang menyebabkan biaya <i>overburden</i> tidak efisiensi antara lain: kondisi jalan, faktor, kerusakan alat juga bisa mengakibatkan penghambat dalam kegiatan <i>overburden</i>.</p>	<p>Penelitian ini menekankan pada faktor penyebab penurunan produktivitas pada kegiatan pengupasan <i>overburden</i> yang mana menyebabkan tingginya biaya operasional</p>	<p>Penelitian ini tidak membahas mengenai <i>fuel ratio</i> pada alat gali muat hanya berfokus pada alat angkut. Tidak dijelaskan keterkaitan dan solusi terhadap faktor yang menyebabkan biaya <i>overburden</i> tidak efisien.</p>

3	<p>Edwin Harsiga, Andini Puspita Rahayu (2021) <i>Analisa Fuel Ratio Plan Dan Actual Alat Angkut Articulated Dump Truck Volvo A35e Dan A40g Pada Pengangkutan Overburden di Pt Lda, Lahat, Sumatera Selatan</i> Jurnal Teknik Patra Akademika Conservation Desember 202, 12 (2), 47-54</p>	<p>Metode: Analisis kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yaitu dengan cara pengamatan dan penelitian di lapangan kemudian dianalisa, dibandingkan, dan dihitung secara teoritis.</p> <p>Hasil Penelitian: Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>fuel ratio</i> aktual untuk kedua jenis <i>dump truck</i>, A35E dan A40G, lebih tinggi dibandingkan dengan yang direncanakan, yang mengindikasikan adanya kerugian bagi perusahaan.</p>	<p>Penelitian ini juga mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas, seperti kondisi jalan dan ketersediaan alat, yang berkontribusi pada peningkatan konsumsi bahan bakar.</p>	<p>Penelitian ini tidak meneliti tentang alat gali muatnya apakah itu juga mempengaruhi nilai dari pemakaian bahan bakar</p>
4	<p>Muhammad Izhar Alamsyah, Franto, Delita Ega Andini (2024) <i>Analisis Konsumsi Bahan Bakar Alat Muat dan Angkut Pada Pengupasan Overburden di PT Putra Maga Nanditama Bengkulu Utara</i> Mining Journal Conservation Oktober 2024, 9 (2), 75-81</p>	<p>Metode: Analisis kuantitatif, dengan menganalisis faktor penyebab konsumsi <i>fuel</i> alat angkut dan gali muat seperti geometri jalan dan jarak tempuh ke <i>disposal</i></p> <p>Hasil Penelitian: Target produksi per jam untuk alat muat dan angkut yang digunakan untuk mengupas <i>overburden</i> tidak tercapai dari target yang telah ditetapkan perusahaan. Penggunaan alat ADT Volvo A40G lebih efisien dibandingkan ADT Doosan DA45 dari segi biaya maupun konsumsi bahan bakarnya.</p>	<p>Penelitian ini menekankan pada geometri jalan (lebar jalan, tikungan, dan <i>grade</i> jalan) serta kondisi <i>front</i> kerja. Penelitian ini menganalisis biaya <i>fuel</i> per jam, hari dan bulan</p>	<p>Penelitian ini tidak dijelaskan mengenai <i>fuel ratio</i> alatnya</p>
5	<p>Januardi Putra, Tamrin Kasim (2022) <i>Optimasi Kesesuaian Alat Gali-Muat dengan Alat Angkut untuk</i></p>	<p>Metode: Analisis Kuantitatif</p> <p>Hasil Penelitian: <i>Fuel cost</i> aktual pengupasan <i>overburden</i> yang menggunakan 2 <i>fleet</i> didapat</p>	<p>Penelitian ini menjelaskan tentang <i>fuel cost ideal</i> sebagai</p>	<p>Penelitian ini tidak dijelaskan penyebab tingginya <i>fuel cost</i></p>

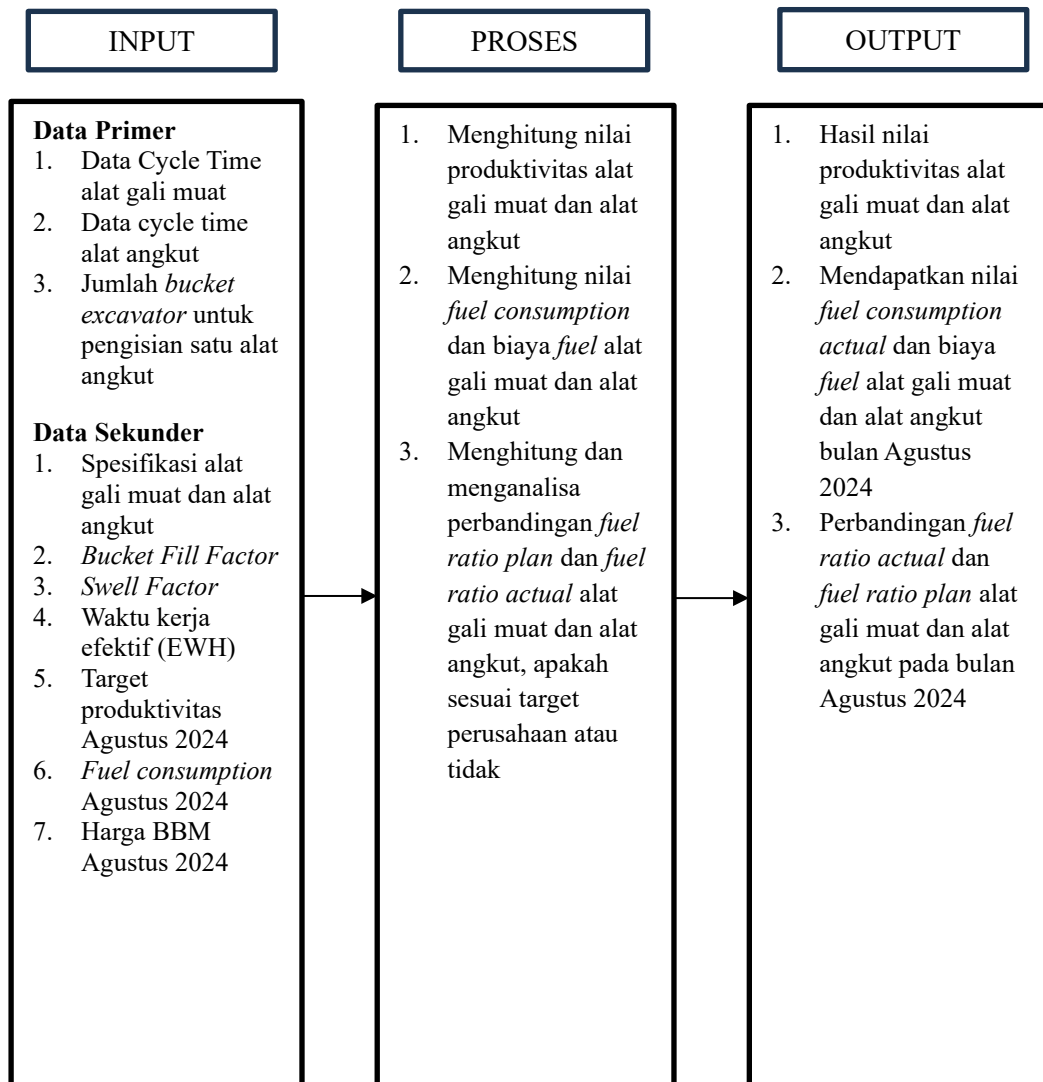
	Mengatur <i>Fuel Ratio</i> dalam Menghemat Pemakaian <i>Fuel</i> pada Pengupasan <i>Overburden</i> di <i>Pit</i> Jebak 1 PT. Nan Riang Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi Jurnal Bina Tambang Conservation 2022, 3 (4), 8-13	sebesar Rp. 689.747.769,91/bulan, sedangkan yang ideal didapatkan setelah dilakukan optimasi <i>match factor</i> dan perhitungan yaitu sebesar Rp. 547.045.478,60/bulan. Maka didapat penghematan sebesar Rp. 142.702.291,31/bulan. Jika penghematan dalam bentuk bahan bakar solar didapatkan sebanyak 11.566,92345 liter.	pengoptimalan penggunaannya	<i>actual</i> pada <i>fleet</i> tersebut
6	Avellyn Shinthya Sari, Yudho Dwi Galih, Zuhrotus Sa'adah (2023) Kajian Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck Kamaz 6520 pada Aktivitas Pengangkutan Batubara di PT. Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan Conservation Februari 2023, 1 (2), 553-563	Metode: Analisis Kuantitatif yang menggambarkan hasil data <i>fuel consumption</i> , data produksi, dan nilai <i>fuel ratio</i> Hasil Penelitian: Konsumsi bahan bakar aktual mencapai 11,70 liter/jam, melebihi standar. Produktivitas alat hanya 298,46 ton/jam, di bawah target. Optimalisasi menunjukkan peningkatan produktivitas menjadi 349,79 ton/jam serta nilai <i>fuel ratio</i> aktual 0.35 liter/LCM turun menjadi 0.28 liter/LCM.	Penelitian ini meneliti tentang <i>fuel consumption</i> , data produksi, dan nilai <i>fuel ratio</i> serta melakukan pengoptimalan dengan mengurangi hambatan yang berpengaruh pada konsumsi <i>fuel</i>	Penelitian ini tidak meneliti alat gali-muat, tidak dilakukan perbandingan <i>fuel ratio plan</i> dan aktual di lapangan untuk menentukan kerugian dari perusahaan
7	Reni Arisantil, Novri Yanti, Asep Neris, Hisni Rahmi (2022) Pengaruh Jarak Angkut Terhadap <i>Fuel Consumption Cost</i> Jurnal Manajemen & Akuntansi Prabumulih	Metode: Analisis kuantitatif dengan menghitung <i>fuel consumption</i> . Hasil perhitungan yang diperoleh dianalisis terkait pengaruh jarak angkut terhadap biaya konsumsi bahan bakar alat angkut penambangan dengan menggunakan analisis regresi linear.	Penelitian ini memekankan pengaruh jarak angkut terhadap konsumsi bahan bakar dengan membagi beberapa segmen dan jarak	Penelitian ini tidak terlalu memfokuskan hambatan lain selain jarak yang mempengaruhi nilai konsumsi <i>fuel</i> , tidak dianalisis juga alat gali

	Conservation Juli-Desember 2022, 6 (2), 10-20	Hasil Penelitian: Pengaruh jarak angkut terhadap <i>fuel consumption</i> yang harus dikeluarkan yaitu yang paling dominan terdapat pada jarak angkut disetiap <i>hauling</i> dan besar pengaruhnya terhadap <i>fuel consumption cost</i> adalah DT-02 22.5 Liter selama 416 jam kerja/bulan sehingga biaya yang dikeluarkan Rp 75.046.400 , DT-05 24 liter jam kerja 416 jam/bulan Rp 150.092.800, DT-10 24 liter jam kerja 416 jam/bulan Rp 150.092.800, DT-36 22.5 Liter selama 416 jam kerja/bulan sehingga biaya yang dikeluarkan Rp 75.046.400.		muat serta nilai <i>fuel rationya</i>
8	Laura Puspita Sari (2021) Fuel Consumption Efficiency Regarding the Road Quality in The Coal Mine: A Case Study Jurnal Sistem dan Manajemen Industri Conservation June 2021, 5 (1), 25-34	Metode: analisis data sekunder dari sistem SAP untuk menganalisis biaya dan konsumsi bahan bakar, serta melakukan analisis <i>off-site</i> dan <i>on-site</i> untuk membandingkan data konsumsi bahan bakar aktual dengan data rencana Hasil Penelitian: Hasil analisis <i>off-site</i> menunjukkan adanya peningkatan konsumsi bahan bakar yang melebihi anggaran, sementara analisis <i>on-site</i> mengamati hubungan signifikan antara kemiringan jalan dan konsumsi bahan bakar. Perbaikan kemiringan jalan yang melebihi standar dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan biaya operasional.	Penelitian ini menunjukkan bahwa kebiasaan operator, kemiringan jalan tambang, dan jarak yang ditentukan dalam perencanaan desain tambang mempengaruhi jumlah bahan bakar yang digunakan.	Penelitian ini hanya berfokus pada unit Caterpillar HD785-7 dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas serta konsumsi bahan bakar.

9	<p>Saeid R. Dindarloo, Elnaz Siami-Irdemoosa (2016) Determinants of fuel consumption in mining trucks <i>Department of Mining and Nuclear Engineering, Missouri University of Science and Technology, Rolla, MO, USA</i> Conservation June 2016, 232-240</p>	<p>Metode: menggunakan metode regresi <i>partial least squares (PLSR)</i> dan <i>autoregressive integrated moving average (ARIMA)</i>, penelitian ini mengeksplorasi pengaruh aktivitas siklik terhadap konsumsi bahan bakar dan merekomendasikan langkah-langkah untuk mengurangi konsumsi tersebut.</p> <p>Hasil Penelitian: waktu <i>idle</i> truk dalam keadaan kosong merupakan kontributor utama terhadap konsumsi bahan bakar yang tidak perlu. Pentingnya mengurangi antrean truk di titik pemuatan, yang sering kali menyebabkan waktu <i>idle</i> yang tinggi. Penelitian ini juga menyoroti bahwa kondisi jalan yang buruk dan kemiringan yang tinggi di tambang dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar secara signifikan</p>	<p>Penelitian ini menggunakan metode regresi <i>partial least squares (PLSR)</i> dan <i>autoregressive integrated moving average (ARIMA)</i></p>	<p>Penelitian ini tidak menganalisis <i>fuel consumption</i>, <i>fuel ratio</i> pada alat gali muat dan alat angkut tetapi lebih menganalisis faktor yang mempengaruhi <i>fuel consumption</i> dengan metode regresi</p>
10	<p>Heydar Bagloo, Alimohammad Rahmani, Javad Gholamnejad (2024) Sustainable Fuel Management in Mining: Fuel Optimization Strategies in Loading and Haulage <i>Jurnal Green Technologies</i> Conservation Januari 2024, (2), 27-33</p>	<p>Metode: pengamatan</p> <p>Hasil Penelitian: Penerapan sistem pemantauan dapat mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 9,7%. Penelitian menekankan pentingnya strategi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dalam operasi pertambangan.</p>		

D. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual dari kegiatan penelitian yang dilakukan disesuaikan dengan tahapan dari penelitian sebagai berikut:



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Menurut Sugiyono (2019:2), metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Desain penelitian harus cocok dengan pendekatan penelitian yang dipilih. Prosedur, teknik, serta alat yang digunakan dalam penelitian harus cocok pula dengan metode penelitian yang ditetapkan.

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian yang tergolong kedalam jenis penelitian deskriptif karena melakukan pengamatan langsung di lapangan dengan data berbentuk kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka, sebagai media untuk menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Menurut Sugiyono (2019:17) penelitian kuantitatif diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

2. Waktu Penelitian

Waktu pengambilan data penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2024.

3. Lokasi Penelitian dan Kesampaian Lokasi

Penelitian ini dilakukan di PT Satria Bahana Sarana dengan *site* kerja PIT E Banko Barat. PT Satria Bahana Sarana ini merupakan kontraktor yang bergerak dipenambangan batubara dan *overburden*. Pada kegiatan penambangan di PIT E Banko Barat, PT Satria Bahana Sarana menggunakan 12 kontraktor pada kegiatan penambangan batubara dan *overburden*.

Lokasi penelitian sesuai dengan Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT Satria Bahana Sarana terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan dengan jarak \pm 168 km dari barat daya pusat kota Palembang. Luas wilayah WIUP Banko Barat yaitu 4500 Ha, yang terletak pada posisi $3^{\circ}40'30''$ LS - $3^{\circ}46'24.8''$ LS dan $103^{\circ}44'18.4''$ BT - $103^{\circ}48'3.9''$ BT.

Akses ke lokasi PT Satria Bahana Sarana memerlukan waktu yang cukup jauh. Jarak dari kota Padang ke Tanjung Enim sekitar 748 km dan membutuhkan waktu perjalanan selama 16-20 jam menggunakan kendaraan roda empat tergantung kondisi lalu lintas dan juga cuaca.



Gambar 3. 1 Peta Kesampaian Daerah Penelitian



Gambar 3. 2 PT Satria Bahana Sarana

B. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi Literatur dilakukan dengan tujuan mempelajari teori yang berhubungan dengan topik yang akan dibahas pada penelitian yang berkaitan dengan produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan *overburden*, *fuel consumption*, *fuel cost* serta analisis *fuel ratio*. Bahan pustaka diperoleh dari buku, jurnal, media elektronik, karya ilmiah dan lainnya.
2. Observasi dan Pengamatan Lapangan dilakukan dengan tujuan mengamati secara langsung keadaan dan kegiatan di lapangan kemudian dilakukan mengumpulkan data yang berhubungan dengan objek penelitian.
3. Dokumentasi dilakukan dengan mengambil setiap gambar atau dokumentasi yang berkaitan dengan penelitian di lapangan.
4. Pengambilan Data
 - a) Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber pertama atau langsung dari lapangan. Penulis mengumpulkan data dengan cara melakukan survei, melakukan wawancara, dan melakukan observasi. Adapun beberapa data primer pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Data *cycle time* alat gali muat (CTm)
- 2) Data *cycle time* alat angkut (CTa)

3) Berapa jumlah *bucket* excavator untuk pengisian alat angkut

b) Data Sekunder

Sumber data sekunder adalah data yang digunakan untuk mendukung data primer. Sumber data sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen. Adapun data sekunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Peta IUP, topografi, kesampaian daerah dan lainnya.
- 2) Spesifikasi alat gali muat dan alat angkut.
- 3) *Bucket Fill Factor*
- 4) *Data swell factor*
- 5) Waktu Kerja Efektif (EWH)
- 6) Target produktivitas bulan Agustus 2024.
- 7) Data pemakaian bahan bakar bulan Agustus 2024.
- 8) Harga bahan bakar bulan Agustus 2024.

C. Instrumen Penelitian

Penelitian dibantu dengan peralatan untuk pengambilan data maupun pengolahannya dalam penyelesaian permasalahan yang dibahas. Peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian, sebagai berikut:

- a. Pena digunakan untuk menulis dan buku digunakan untuk mencatat *cycle time* serta hal-hal yang penting saat melakukan penelitian di lapangan.
- b. Aplikasi *Multi Timer* digunakan untuk pengambilan data *cycle time* di lapangan.

- c. Laptop digunakan untuk pembuatan laporan dan pengolahan data.
- d. *Microsoft Excel* digunakan untuk pengolahan data.
- e. *Microsoft Word* digunakan untuk pembuatan laporan.

D. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

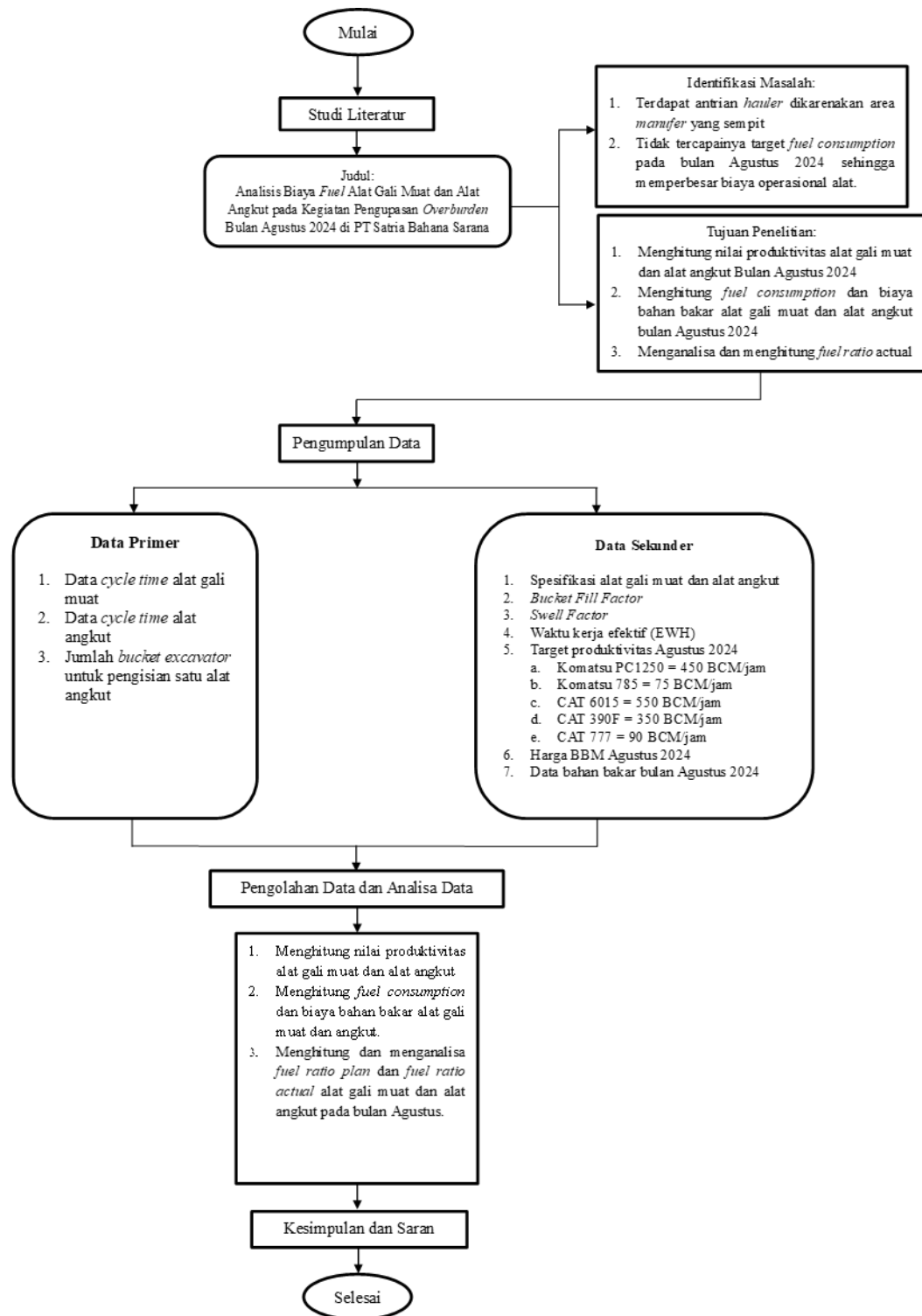
Teknik analisis data merupakan proses mempelajari dan mengolah data untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan informasi penting yang terkandung di dalamnya. Tujuannya adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang data yang dianalisis dan mengambil keputusan berdasarkan informasi yang ditemukan.

- a. Mengetahui target produksi yang telah ditentukan perusahaan untuk alat gali muat dan alat angkut.
- b. *Cycle time* alat gali muat dan alat angkut serta waktu hambatan

Data *cycle time* dan waktu hambatan yang telah didapatkan dilapangan selanjutnya akan diolah menggunakan *microsoft excel* dan ditampilkan dalam bentuk tabel khusus.

- c. Melakukan perhitungan produktivitas pada alat gali muat dan alat angkut berdasarkan teoritis, serta berdasarkan aktual.
- d. Menghitung konsumsi bahan bakar pada bulan Agustus dan *fuel ratio* dari kegiatan pengupasan *overburden* apakah perusahaan mengalami keuntungan atau kerugian.
- e. Menghitung biaya bahan bakar alat gali muat dan alat angkut periode Agustus 2024.

E. Diagram Alir



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Perhitungan Waktu Hambatan Operasi

Terdapat data aktual hambatan alat gali muat dan alat angkut di bulan Agustus 2024. Berdasarkan data PT Satria Bahana Sarana, hambatan-hambatan tersebut dibagi menjadi waktu hambatan yang dapat dihindari dan tidak dapat dihindari.

Berikut penjelasan waktu hambatan-hambatan yang ada di PT Satria Bahana Sarana sebagai berikut:

a. Hambatan yang Dapat Dihindari

Hambatan yang dapat dihindari merupakan waktu hambatan kerja yang bisa diminimalisir atau dapat dihindari akibat kesalahan atau perilaku.

- 1) Terlambat mulai bekerja, pada PT Satria Bahana Sarana sebelum memulai operasional pastinya ada *change shift* yang mana operator melakukan persiapan operasi seperti persiapan pribadi dan persiapan unit operator itu sendiri (cek oli, cek *engine*, cek *fuel*, radiator, dan cek kebocoran).
- 2) Pada penelitian berlangsung operator sering melakukan istirahat terlalu awal sehingga waktu kerja tidak berjalan secara efektif sesuai total jam kerja per *shift*.

- 3) Setelah istirahat *break* atau makan para operator sering terlambat untuk memulai bekerja kembali sehingga membuat waktu kerja tidak efisien.
- 4) Umur alat yang sudah lama, gangguan jalan yang bergelombang, serta tidak tercapainya kecepatan rata-rata dibawah 40 km/jam, ditambah panjang lintasan dan sempitnya area *front* menyebabkan terjadinya antrian unit.

b. Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari

Hambatan yang tidak dapat dihindari adalah waktu yang hilang akibat faktor cuaca, kerusakan alat, pengisian bahan bakar dan sebagainya.

- 1) *Refueling* merupakan pengisian bahan bakar, kegiatan ini tidak bisa dihindari karena setiap unit alat memerlukan bahan bakar untuk beroperasi.
- 2) Faktor cuaca seperti hujan juga menyebabkan waktu kerja efektif berkurang.
- 3) *Slippery* merupakan keadaan jalan angkut yang licin akibat hujan, yang mana ketika kondisi jalan yang licin akan sangat membahayakan bagi *hauler* sehingga aktivitas operasional harus dihentikan sampai kondisi aman.
- 4) *Downtime/ breakdown* merupakan keadaan yang mana terjadinya kerusakan alat yang merujuk pada kerusakan mesin pada unit.

Adapun waktu hambatan alat gali muat dan alat angkut sebagai berikut:

a. Waktu Hambatan Alat Gali Muat

Tabel 4. 1 Waktu Hambatan Alat Gali Muat

No	Jenis Hambatan		Jenis Alat Gali Muat		
			EXC CAT 6015	EXC KOMATSU PC 1250	EXC CAT 390F
1	Hambatan yang Dapat Dihindari	<i>Change Shift</i>	7.42	4.17	10.90
2		<i>Safety Talk</i>	2.92	3.00	1.00
3		<i>No Fuel</i>	2.42	0.75	1.08
4		<i>No Operator</i>	3.00	10.58	2.67
5		<i>Stb No Job</i>	0.00	11.50	0.00
6		<i>Wait Other Unit</i>	50.30	131.38	61.35
7		<i>Owner Request</i>	0.58	1.63	0.58
8		<i>Rest & Meal</i>	59.50	57.00	60.50
9		<i>Pray</i>	27.95	16.17	20.73
Total			154.08	236.18	158.82
10	Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari	<i>Refueling</i>	2.42	0.75	1.08
11		<i>Sliperry</i>	8.35	9.52	9.93
12		<i>Hujan (rain)</i>	6.05	4.23	4.97
13		<i>Downtime</i>	29.22	158.55	197.25
Total			46.03	173.05	213.23
Total Keseluruhan Hambatan			200.12	409.23	372.05

b. Waktu Hambatan Alat Angkut

Tabel 4. 2 Waktu Hambatan Alat Angkut

No	Jenis Hambatan		Jenis Alat Angkut	
			CAT HD 777	KOMATSU 785
1	Hambatan yang Dapat Dihindari	<i>Change Shift</i>	6.73	5.53
2		<i>Safety Talk</i>	2.92	1.00
3		<i>No Fuel</i>	2.25	1.83
4		<i>No Operator</i>	3.00	30.80
5		<i>Stb No Job</i>	3.28	18.58
6		<i>Wait Other Unit</i>	52.48	87.22
7		<i>Owner Request</i>	0.58	0.58
8		<i>Rest & Meal</i>	58.00	59.50
9		<i>Pray</i>	27.08	22.50
Total			156.33	227.55
10	Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari	<i>Refueling</i>	2.25	1.83
11		<i>Sliperry</i>	9.77	9.93
12		<i>Hujan (rain)</i>	4.97	4.97
13		<i>Downtime</i>	24.73	106.13
Total			41.72	122.87
Total Keseluruhan Hambatan			198.05	350.42

2. Efisiensi Kerja Alat

Pada **Tabel 4.1** dan **4.2** menunjukkan nilai hambatan yang dapat dihindari dan tidak dapat dihindari bagi alat gali muat dan alat angkut. Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja mengakibatkan waktu kerja efektif semakin kecil. Waktu kerja efektif didapatkan dengan menggunakan **rumus (8)** dengan Waktu Kerja Tersedia (Wt) di bulan Agustus 2024 adalah 744 jam/bulan, didapatkan nilai efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4. 3 Efisiensi Kerja Alat

Unit	Waktu Tersedia (Jam)	Waktu Hambatan (Jam)	Waktu Kerja Efektif (Jam)	Efisiensi Kerja
CAT HD 777E	744.00	198.05	545.95	73%
CAT 6015	744.00	200.12	543.88	73%
CAT 390 F	744.00	372.05	371.95	50%
Komatsu HD 785-7R	744.00	350.42	393.58	53%
PC 1250 SP-8R	744.00	409.23	334.77	45%

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai *Physical Availability (PA)*, *Mechanical Availability (MA)*, *Utilization of Availability (UA)*, *Effective Utilization (EU)*, dengan diketahui jam operasi, jam perbaikan, jam *standby*, dan jam tersedia, dilakukan perhitungan seperti pada **lampiran 13**.

Tabel 4. 4 Nilai MA, PA, UA, EU per Unit

Unit	Jam Operasi (W)	Jam Perbaikan (R)	Jam Standby (S)	Jam Tersedia (T)	MA	PA	UA	EU
CAT HD 777E	545.95	24.73	173.32	744.00	96%	97%	76%	73%
CAT 6015	543.88	29.22	170.90	744.00	95%	96%	76%	73%
CAT 390 F	371.95	197.25	174.80	744.00	65%	73%	68%	50%
Komatsu HD 785-7R	393.58	106.13	244.28	744.00	79%	86%	62%	53%
PC 1250 SP-8R	334.77	158.55	250.68	744.00	68%	79%	57%	45%

3. *Bucket Capacity*

Bucket capacity atau kapasitas *bucket* pada alat gali-muat berbeda-beda tergantung dari jenis alat muatnya. Alat gali-muat yang digunakan adalah *Excavator* CAT 6015, CAT 390F dan Komatsu PC 1250 SP-8R yang berdasarkan *hand book* memiliki *bucket capacity* sebesar 8,1 m³, 6,0 m³, dan 6,7 m³ (**Lampiran 1, Lampiran 2 dan Lampiran 3**).

4. *Bucket Fill Factor*

Nilai pengisian mangkuk (*bucket fill factor*) diperoleh dengan membandingkan kapasitas *bucket* secara nyata dengan kapasitas teoritis yang dapat dimuat oleh mangkuk dan dinyatakan dalam %. Untuk perhitungan nilai *bucket fill factor* terdapat pada **lampiran 14**.

Tabel 4. 5 Tabel *Bucket Fill Factor*

Unit	<i>Bucket Fill Factor (%)</i>
Excavator CAT 6015	75
Excavator CAT 390F	70
Excavator Komatsu PC 1250 SP-8R	65

5. Perhitungan Faktor Pengembang (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan adalah pengembangan volume suatu material setelah digali, pada *site* kerja Banko Barat PT Satria Bahana Sarana mempunyai nilai *swell factor* 1,39 (*sumber: dokumen perusahaan*).

6. Waktu Edar (*Cycle Time*)

a. *Cycle Time* Alat Gali Muat

Berikut data *cycle time* rata-rata dari 30 data *cycle time* alat gali muat seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 6 *Cycle Time* Alat Gali Muat

NO	Unit	<i>Waktu Tunggu (Detik)</i>	<i>Digging (Detik)</i>	<i>Swing Isi (Detik)</i>	<i>Loading (Detik)</i>	<i>Swing Kosong (Detik)</i>	<i>Cycle Time (Detik)</i>
1	CAT 6015	5.10	15.38	3.98	4.62	3.86	32.95
2	CAT 390F	2.06	11.94	4.80	4.27	4.70	27.76
3	Komatsu PC 1250-8R	0.67	10.69	5.75	2.63	3.61	23.35

b. *Cycle Time* Alat Angkut

Berikut data *cycle time* rata-rata dari 30 data *cycle time* alat gali muat seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 7 *Cycle Time* Alat Angkut

No	Unit	<i>Waktu Tunggu (detik)</i>	<i>Manuver loading (detik)</i>	<i>Loading (detik)</i>	<i>Hauling Isi (detik)</i>	<i>Manuver Dumping (detik)</i>	<i>Dumping (detik)</i>	<i>Hauling Kosong (detik)</i>	<i>Cycle Time (detik)</i>	<i>Cycle Time (menit)</i>
1	CAT 777	194.71	24.65	161.98	544.00	24.80	28.94	410.51	1389.59	23.16
2	Komatsu 785	92.18	26.27	204.65	597.13	25.63	38.95	433.49	1417.45	23.62

B. Pembahasan

1. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas alat gali muat dan alat angkut di bulan Agustus 2024 pada **lampiran (15)**, didapatkan hasil produktivitas alat gali muat *Excavator* CAT 6015 sebesar 674,35 BCM/Jam, *Excavator* Komatsu PC 1250 SP-8R sebesar 452,23 BCM/Jam, *Excavator* CAT 390F sebesar 351,41 BCM/Jam, dan produktivitas alat angkut CAT HD 777 sebesar 112,37 BCM/Jam, dan Komatsu HD 785 sebesar 70,07 BCM/Jam.

Tabel 4. 8 Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut Aktual

Unit	Produktivitas Rencana (BCM/Jam)	Produktivitas Aktual (BCM/Jam)
CAT 6015	550	674,35
Komatsu PC 1250 SP-8R	450	452,23
CAT 390F	350	351,41
CAT 777	90	112,37
Komatsu 785	75	70,07

Tidak tercapainya produktivitas unit HD Komatsu 785 dikarenakan pada kondisi lapangan, keadaan *front area* yang sempit menyebabkan antrian dan meningkatkan konsumsi bahan bakar, selain itu umur unit yang sudah tua dan panjang lintasan dari *front area* ke *disposal area* juga mempengaruhi kecilnya angka produktivitas dan mempengaruhi pemakaian bahan bakar.

2. *Fuel Consumption*

Konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) adalah total pemakaian bahan bakar untuk masing-masing alat muat dan alat angkut dalam satu *fleet* yang ditunjukkan dalam volume (liter) per jam. Untuk perhitungan jam kerja efektif ada pada **lampiran 12**. **Tabel 4.9** menunjukkan pengeluaran *fuel* dari unit sebagai berikut:

Tabel 4. 9 *Fuel Consumption*

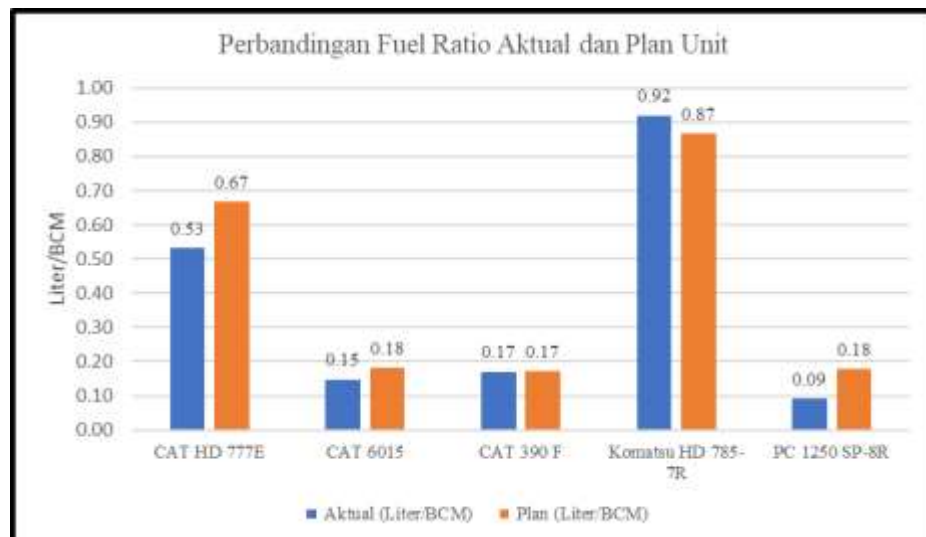
Unit	Type Unit	Konsumsi Fuel (liter)	Jam Kerja (Jam)	Fuel Consumption (Liter/jam)	
Caterpillar	Alat Angkut	CAT HD 777E	32646	545.95	59.80
	Alat Gali Muat	CAT 6015	54215	543.88	99.68
		CAT 390 F	22223	371.95	59.75
Komatsu	Alat Angkut	Komatsu HD 785-7R	25341	393.58	64.39
	Alat Gali Muat	PC 1250 SP-8R	13894	334.77	41.50

3. Fuel Ratio

Setelah diketahui nilai *fuel consumption* per unit pada **Tabel 4.9**, didapatkan nilai *fuel rasionya* dengan **rumus (15)**, sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Perbandingan *Fuel Ratio Plan* dan Aktual

Unit	Type Unit	Aktual (Liter/BCM)	Plan (Liter/BCM)	
Caterpillar	Alat Angkut	CAT HD 777E	0.53	0.67
	Alat Gali Muat	CAT 6015	0.15	0.18
		CAT 390 F	0.17	0.17
Komatsu	Alat Angkut	Komatsu HD 785-7R	0.92	0.87
	Alat Gali Muat	PC 1250 SP-8R	0.09	0.18



Gambar 4. 1 Perbandingan *Fuel Ratio* Aktual dan *Plan* Unit

Terdapat satu unit yang melebihi standar *fuel ratio* yang telah ditetapkan, sehingga konsumsi bahan bakar yang digunakan belum optimal, selain itu dapat dilihat pada **Tabel 4.7** produktivitas unit HD Komatsu 785 belum optimal dan tidak memenuhi target. Pada unit Komatsu HD 785 memiliki selisih *fuel ratio* tertinggi yaitu 0,05 liter/BCM.

4. Biaya Bahan Bakar (*Fuel*)

Biaya bahan bakar merupakan perhitungan biaya unit untuk menentukan pengeluaran biaya saat pengoperasian alat, untuk mendapatkan hasil biaya bahan bakar dengan mengalikan harga bahan bakar dengan *fuel consumption* per unit sesuai dengan rumus (16).

Tabel 4. 11 Biaya *Fuel* per Unit

Unit	Type Unit		<i>Fuel Consumption</i> (Liter/jam)	Harga BBM Agustus 2024	Total Biaya BBM Aktual
Caterpillar	Alat Angkut	CAT HD 777E	59.80	Rp 11,870	Rp 709,787
	Alat Gali Muat	CAT 6015	99.68	Rp 11,870	Rp 1,183,217
		CAT 390 F	59.75	Rp 11,870	Rp 709,200
Komatsu	Alat Angkut	Komatsu HD 785-7R	64.39	Rp 11,870	Rp 764,254
	Alat Gali Muat	PC 1250 SP-8R	41.50	Rp 11,870	Rp 492,647

C. Rekomendasi

Dapat dilihat pada hasil pengolahan data ada unit yang nilai konsumsi bahan bakarnya melebihi dari standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan tidak diiringi dengan produktivitas yang besar. Hal ini dikarenakan masih besarnya nilai *cycle time* serta rendahnya nilai efisiensi kerja sehingga perlu mengurangi nilai *cycle time* pada *delay* serta menekan hambatan yang berpengaruh langsung terhadap penggunaan bahan bakar sehingga produktivitasnya dapat meningkat serta dapat menekan nilai *fuel ratio*.

1. Perbaikan Nilai *Cycle Time*

Optimalisasi nilai *cycle time* merupakan perencanaan bagaimana dapat menekan nilai *delay*. Penekanan nilai *delay* menyebabkan produktivitas alat mekanis dapat meningkat serta penggunaan bahan bakar menjadi efisien.

Tabel 4. 12 Cycle Time Perbaikan Komatsu 785

No	Unit	Waktu Tunggu (detik)	Manuver loading (detik)	Loading (detik)	Hauling Isi (detik)	Manuver Dumping (detik)	Dumping (detik)	Hauling Kosong (detik)	Cycle Time (detik)	Cycle Time (menit)
1	Komatsu 785 (Aktual)	92.18	26.27	204.65	597.13	25.63	38.95	433.49	1417.45	23.62
2	Komatsu 785 (Perbaikan)	0.00	26.27	204.65	597.13	25.63	38.95	433.49	1325.27	22.09

2. Perbaikan Nilai Efisiensi Kerja

Optimalisasi efisien kerja lebih ditekankan kepada perbaikan waktu hambatan dengan cara mengetahui hambatan-hambatan apa saja yang dapat mempengaruhi produksi sehingga nilainya dapat ditekan dengan cara menekan hambatan kerja yang berpengaruh langsung pada penggunaan *fuel*.

Tabel 4. 13 Perbaikan Waktu Hambatan Komatsu 785

No	Jenis Hambatan	Jenis Alat Angkut		
		Komatsu 785 (Aktual)	Komatsu 785 (Perbaikan)	
1	Hambatan yang Dapat Dihindari	Change Shift	5.53	0.00
2		Safety Talk	1.00	0.00
3		No Fuel	1.83	0.00
4		No Operator	30.80	0.00
5		Stb No Job	18.58	0.00
6		Wait Other Unit	87.22	0.00
7		Owner Request	0.58	0.00
8		Rest & Meal	59.50	0.00
9		Pray	22.50	0.00
Total			227.55	0.00
10	Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari	Refueling	1.83	1.83
11		Sliperry	9.93	9.93
12		Hujan (RAIN)	4.97	4.97
13		Downtime	106.13	106.13
Total			122.87	122.87
Total Keseluruhan Hambatan			350.42	122.87

Waktu kerja efektif setelah perbaikan didapat dari waktu kerja dikurangi dengan hambatan yang dapat dihindari dan hambatan tidak dapat dihindari dengan cara mengurangi jam hambatan yang berpengaruh

terhadap *fuel consumption* yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Waktu hambatan yang dapat dihindari pada unit Komatsu HD 785 di-nol-kan, karena sebagai kontraktor, PT Satria Bahana Sarana berkewajiban meminimalkan waktu kerja yang hilang akibat perilaku atau kelalaian pekerja sebelum dilaporkan ke perusahaan *owner*. Dengan demikian, diperoleh waktu kerja efektif sebesar 621,13 jam per bulan untuk unit Komatsu HD 785. Efisiensi kerja dihitung dengan membagi waktu kerja efektif dengan waktu kerja tersedia, kemudian dikalikan 100 persen. Hasilnya menunjukkan peningkatan efisiensi kerja setelah dilakukan perbaikan terhadap hambatan-hambatan yang berpotensi memengaruhi konsumsi bahan bakar. Dapat dilihat bahwa efisiensi kerja meningkat setelah perbaikan hambatan yang dapat mempengaruhi *fuel consumption*.

Efisiensi Kerja Unit HD Komatsu 785

Waktu kerja tersedia = 744 jam/bulan

$$W_e = W_t - (W_d + W_{td})$$

$$= 744 \text{ jam} - 122,87 \text{ jam}$$

$$= 621,13 \text{ jam}$$

$$Efisiensi Kerja = \frac{W_e}{W_t} \times 100\% = \frac{621,13}{744} \times 100\% = 83\%$$

3. Perbaikan Nilai Produktivitas

Perhitungan produktivitas Komatsu HD 785, yang memiliki kapasitas *bucket* sebesar 6,7 m³ dan rata-rata jumlah pemuatan sebanyak 8, dengan nilai *Bucket Fill Factor* sebesar 0,70, *Swell Factor* 1,39, efisiensi

kerja 0,83, serta *Cycle Time* sebesar 22,09 menit, menghasilkan nilai produktivitas yang dihitung menggunakan **rumus (2)** sebagai berikut:

$$Qa = \frac{60 \times 6,7 \times 8 \times 0,70 \times 0,83 \times 1,39}{22,09} = 117,59 \text{ BCM/Jam}$$

4. Perbaikan Nilai *Fuel Consumption* dan *Fuel Ratio*

Nilai *fuel ratio* Komatsu HD 785 aktual adalah 0,92 liter/BCM yang melampaui standar yaitu 0,87 liter/BCM. Dilihat dari nilai produktivitasnya juga masih dibawah target perusahaan yaitu 70,07 BCM/Jam yang seharusnya adalah 75 BCM/Jam.

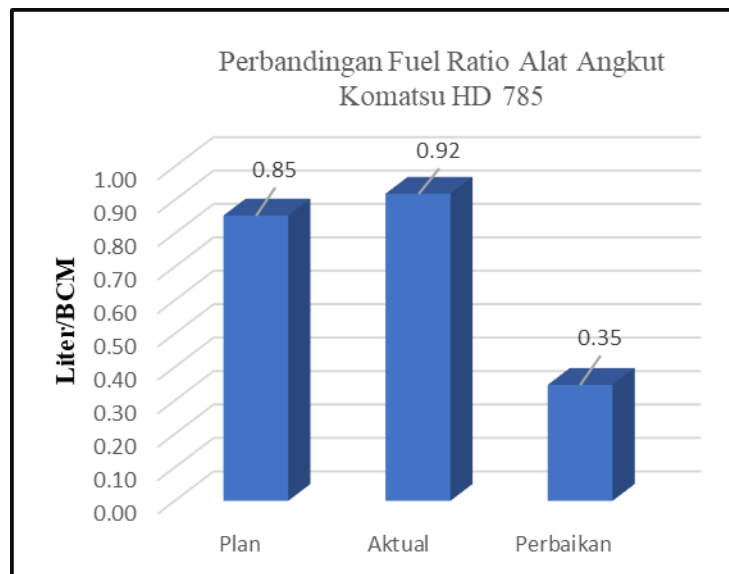
Oleh karena itu, peneliti merekomendasikan untuk memperkecil *cycle time* serta meningkatkan nilai efisiensi kerja alat sehingga produktivitas dapat ditingkatkan dan nilai *fuel ratio* dapat ditekan atau dikecilkan agar penggunaan bahan bakar lebih efisien.

Tabel 4. 14 Perbaikan *Fuel Consumption*

Unit	Type Unit	Konsumsi Fuel (liter)	Jam Kerja Aktual (Jam)	Jam Kerja Perbaikan (Jam)	Fuel Consumption Aktual (Liter/jam)	Fuel Consumption Perbaikan (Liter/jam)	
Caterpillar	Alat Angkut	CAT HD 777E	32646	545.95	545.95	59.80	59.80
	Alat Gali Muat	CAT 6015	54215	543.88	543.88	99.68	99.68
		CAT 390 F	22223	371.95	371.95	59.75	59.75
Komatsu	Alat Angkut	Komatsu HD 785-7R	25341	393.58	621.13	64.39	40.80
	Alat Gali Muat	PC 1250 SP-8R	13894	334.77	334.77	41.50	41.50

Tabel 4. 15 Perbandingan FR Aktual, *Plan* dan Perbaikan

Unit	Type Unit	Plan (Liter/BCM)	Aktual (Liter/BCM)	Perbaikan (Liter/BCM)	
Caterpillar	Alat Angkut	CAT HD 777E	0.67	0.53	0.53
	Alat Gali Muat	CAT 6015	0.18	0.15	0.14
		CAT 390 F	0.17	0.17	0.16
Komatsu	Alat Angkut	Komatsu HD 785-7R	0.85	0.92	0.35
	Alat Gali Muat	PC 1250 SP-8R	0.18	0.09	0.09



Gambar 4. 2 Perbandingan *Fuel Ratio* Alat Angkut *Plan*, *Aktual* dan *Simulasi*

Setelah dilakukan perbaikan didapatkan bahwa pengecilan nilai *cycle time* serta efisiensi kerja menyebabkan nilai produktivitas Komatsu HD 785 meningkat serta nilai *fuel ratio* yang semula 0,92 liter/BCM turun menjadi 0,35 liter/BCM dengan asumsi konsumsi bahan bakar semula 64,39 liter/jam turun menjadi 40,80 liter/jam.

5. Perbaikan Nilai Biaya Bahan Bakar

Tabel 4. 16 Biaya *Fuel* Setelah Perbaikan

Unit	Type Unit	Harga BBM Agustus 2024	Total Biaya BBM Aktual	Total Biaya BBM Perbaikan
Caterpillar	Alat Angkut	CAT HD 777E	Rp 11,870	Rp 709,787
	Alat Gali Muat	CAT 6015	Rp 11,870	Rp 1,183,217
		CAT 390 F	Rp 11,870	Rp 709,200
Komatsu	Alat Angkut	Komatsu HD 785-7R	Rp 11,870	Rp 764,254
	Alat Gali Muat	PC 1250 SP-8R	Rp 11,870	Rp 492,647
Total Keseluruhan Biaya Bahan Bakar			Rp 3,859,105	Rp 3,579,123

Setelah dilakukannya perbaikan nilai *cycle time*, meningkatkan efisiensi kerja, dan menurunkan penggunaan bahan bakar, menyebabkan biaya *fuel* unit Komatsu HD 785 biaya bahan bakarnya turun yang semula Rp. 764.254 turun menjadi Rp. 760.262 Hal ini menyebabkan

penurunan biaya operasional penambangan dalam hal *fuel*. Sehingga perusahaan tidak mengalami kerugian akibat meningkatnya biaya penggunaan bahan bakar.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan kesimpulan dari hasil pengolahan data mengenai biaya *fuel* alat gali-muat dan alat angkut penambangan *overburden* di *site* kerja PIT E Banko Barat, PT Satria Bahana Sarana maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian didapatkan nilai produktivitas alat gali muat *Excavator* CAT 6015 sebesar 674,35 BCM/Jam, CAT 390F sebesar 351,41 BCM/Jam, dan Komatsu PC 1250-8R sebesar 452,23 BCM/Jam, serta produktivitas alat angkut CAT HD 777 sebesar 112,37 BCM/Jam dan Komatsu HD 785 sebesar 70,07 BCM/Jam. Terdapat satu unit yang tidak mencapai target produktivitas perusahaan yaitu Komatsu HD 785.
2. Hasil penelitian menunjukkan nilai konsumsi bahan bakar dan biaya *fuel* alat gali muat dan angkut sebagai berikut: *Excavator* CAT 6015 menggunakan 99,68 liter/jam dengan biaya Rp. 709.787 (tidak melebihi target perusahaan), CAT 390F menggunakan 59,75 liter/jam dengan biaya Rp. 709.200 (tidak melebihi target perusahaan), Komatsu PC-1250-8R menggunakan 41,50 liter/jam dengan biaya Rp. 492.647 (tidak melebihi target perusahaan), CAT HD 777 menggunakan 59,80 liter/jam dengan biaya Rp. 709.787 (tidak melebihi target perusahaan), dan Komatsu HD 785 menggunakan 64,39 liter/jam dengan biaya Rp. 764.254 (melebihi target perusahaan).

3. Perbandingan nilai *fuel ratio* antara rencana dan aktual menunjukkan bahwa *Excavator* CAT 6015 memiliki *fuel ratio* 0,15 liter/BCM (memenuhi standar 0,18 liter/BCM), sedangkan CAT 390F sebesar 0,17 liter/BCM (memenuhi standar 0,14 liter/BCM). Komatsu PC 1250-8R dan CAT HD 777 masing-masing memiliki *fuel ratio* 0,09 dan 0,53 liter/BCM, yang memenuhi standar dan target yaitu 0,18 liter/BCM dan 0,67 liter/BCM. Namun, Komatsu HD 785 memiliki nilai *fuel ratio* sebesar 0,92 liter/BCM, jauh melebihi standar yaitu 0,87 liter/BCM. Rekomendasi perbaikan dilakukan melalui optimalisasi *cycle time* dan efisiensi kerja, yang berhasil meningkatkan produktivitas Komatsu HD 785 menjadi 117,59 BCM/jam dengan *fuel ratio* 0,35 liter/BCM. Hal ini juga memperkecil biaya bahan bakar unit Komatsu HD 785 biaya bahan bakarnya turun yang semula Rp. 764.254 turun menjadi Rp. 484.272. Penelitian ini menunjukkan bahwa optimalisasi dapat meningkatkan efisiensi dan menurunkan konsumsi bahan bakar.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan saran yaitu PT Satria Bahana Sarana harus memperhatikan nilai *cycle time* dan hambatan yang ada, hal tersebut akan meningkatkan nilai produktivitas dan menurunkan nilai *fuel ratio*. Menciptakan kondisi *front* kerja yang baik untuk mengurangi antrian *hauler* sehingga produksi meningkat sehingga biaya bahan bakar pun akan turun dan perusahaan akan mendapatkan keuntungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alan, M., Jumat Rianto, D., & Oktavia, M. (2021). Evaluasi Kinerja Alat Mekanis Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup di Pt. Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun. *Mine Magazine*, 2(1).
- Anaperta, M. Y. (2016). Analisis Keserasian (Matchfactor) Alat Muat dan Alatangkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di Pit X Pt Y. *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan Vol.9 No. 1*, 73-85.
- Anggraini, Mila. 2019. Perhitungan Perbandingan Fuel Ratio Plan dan Fuel Ratio Aktual Alat Angkut Articulated Dump Truck 54 Volume 12 No. 02 Desember 2021 Cat D400E Pada Kegiatan Stripping Overburden. Politeknik Akamigas Palembang: "Tugas Akhir Tidak diterbitkan".
- Anisari. 2016. Keserasian Alat Gali Muat dan Angkut Untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup Pada PT Unirich Mega Persada Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Selatan. *Jurnal Intekna*.
- Fernandes, R., & Yulhendra, D. (2022). Optimalisasi Produksi Batubara Pada Proses Coal Getting di PIT 3 PT Jambi Prima Coal, Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. *jurnal bina tambang*, 28-38.
- Harsiga, E., & Puspita Rahayu, A. (2021). Analisa *Fuel Ratio Plan* dan *Actual* Alat Angkut *Articulated Dump Truck* Volvo A35e dan A40g Pada Pengangkutan *Overburden* di PT LDA, Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 12(2), 47-54.
- Indonesianto, Y. 2000. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta.
- Nabella, Merlin dkk. 2016. Analisis Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batubara. Bandung: Universitas Islam Bandung.
- Oemiati, Nurnilam, dkk. (2020). Analisa Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*). *E-Jurnal Universitas Muhammadiyah Palembang*. Vol. 6 No. 3. Halaman 194-207.
- Partanto, P. (1995). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Institut Teknologi Bandung.

- Prodjosumarto, P., 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- Rianti, Lina, dkk. (2023). Analisa *Fuel Ratio Dump Truck XCMG Hanvan* pada Kegiatan Pengangkutan *Overburden* di PT Global Energi Makmur. Jurnal Teknik Patra Akademika. Volume 14, No. 02. Halaman 74-82.
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta Bandung.
- Wijaya, A.R. 2019. Kinerja Alat Muat dan Angkut Pada Pengupasan *Overburden* PT Bumi Merapi Energi. *Jurnal Pertambangan*. Vol. 3 No. 4.
- Yovanda, R. (2023). Evaluasi Biaya *Fuel* Pengupasan *Overburden* Di PIT 7C PT Utama Wira Karya Jaya Perkasa Subkontraktor PT Baturona Adimulya Musi Banyuasin Sumatwera Selatan. Jurnal Manajemen & Akuntansi Prabumulih. 7(2), 32-42.
- Yunita, dkk. (2023). Analisis *Fuel Ratio* pada *Project* Penambangan di Pit 1 PT Cahaya Riau Mandiri *Jobsite* PT Duta Alam Sumatera. *Mine Jurnal*. Vol. 8 (1). Halaman 39-46.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Excavator CAT 6015



Merk	Hydraulic Mining Shovel
Type	CAT 6015
Make and Model	Cat® C27
Weight	154,3 ton
Transport Width	4,8 m
Bucket Capacity	8,1 m ³
Dredging Depth	7,9 m
Engine Manuf.	Caterpillar
Engine Power	556 kW
No. of Cylinders	12
Transport Length	7 m
Transport Height	4,59 m
Track Width	700 mm
Engine Type	C27 Acert
Displacement	271 l
Fuel Tank Capacity	1700 L
Muatan Bucket	14,6 metrik ton (16,1 ton)

Lampiran 2. Spesifikasi Excavator CAT 390F



Merk	Hydraulic Excavator
Type	CAT 390F L
Engine Model	Cat C18 ACERT
Weight	87.500 kg
Bucket Capacity	6,0 m ³
Bore	145 mm
Dredging Depth	7,9 m
Engine Manuf.	Caterpillar
Engine Power	405 kW
Maximum Travel Speed	4,5 km/h
Length	16290 mm
Height	5490 mm
Swing Speed	6,2 rpm
Hydraulic System	997 L
Stoke	183 mm
Fuel Tank Capacity	1240 L
Muatan Bucket	2,75 – 6,25 kubik yard
Tenaga Bersih	524 hp (391 kW)
Engine Oil	60 L
Cab Height	3650 mm

Lampiran 3. Spesifikasi Excavator Komatsu PC 1250 SP-8R



Model	Komatsu SAA6D170E-5
Type	PC1250-8
Weight	109500 kg
Horse Power (HP)	651
Bucket Capacity	6,7 m ³
Cycle Time (s)	26,5
Overall Length	16020mm
Overall Weidth	3470 mm
Overall Height	6040 mm
Engine Power	6-170 x 170
Max. Oil Flow (ltr)	1588
Max. Oil Preasure (ltr)	320
Boom (mm)	9100 mm
Arm	3400 mm
Fuel Tank Capacity	1360 L
Hydraulic Oil Tank	670 L

Lampiran 4. Spesifikasi HD Caterpillar 777



Merk	HD CAT Triple Seven
Type	CAT 777
Make and Model	Cat® C32B
Weight	163.293 ton
Kecepatan Maksimum	68,5 km/jam
Kapasitas Muatan	89 m ³ (116 yd ³) 106 m ³ (139 yd ³) 110 m ³ (144 yd ³) 126 m ³ (165 yd ³)
Engine Model	Cat C32 ACERT
Fuel Tank Capacity	1325 liter
Engine Speed	1.800 rpm
Engine Power	752 kW
Cylinders	12
Transport Length	10,535 m
Transport Height	5,2 m
Bore	146 mm

Lampiran 5. Spesifikasi HD Komatsu 785



Merk	HD Komatsu 785
Model	Komatsu SAA12V140E-3
Vessel Capacity	60 m ³
Weight	166000 kg
Engine Type	Water-cooled, 4-cycle
Fuel Tank Capacity	1308 L
Engine Oil	129 L
Dumping Angel	48 ⁰
Bore x Stroke	140 mm x 165 mm
Transport Length	10,535 m
Transport Height	5,2 m
Bore	146 mm
Number of Cylinders	12
Fuel System	Direct Injection

Lampiran 6. Cycle Time HD CAT 777

No	Waktu Tunggu (detik)	Manufer Loading (detik)	Loading (detik)	Hauling Isi (detik)	Manufer Dumping (detik)	Dumping (detik)	Hauling Kosong (detik)	Cycle Time (detik)	Cycle Time (menit)
1	241.80	19.20	258.60	500.40	18.00	77.40	393.90	1509.30	25.16
2	0	10.60	151.80	450.00	27.00	21.00	390.60	1051.00	17.52
3	0	16.80	147.00	448.40	18.60	19.20	322.80	972.80	16.21
4	420.00	27.00	141.00	489.40	12.60	22.80	336.00	1448.80	24.15
5	273.00	22.30	144.60	483.00	18.00	24.60	394.20	1359.70	22.66
6	642.00	23.40	186.00	435.60	12.00	22.80	349.20	1671.00	27.85
7	94.20	21.60	192.60	503.40	19.80	21.60	325.20	1178.40	19.64
8	447.60	20.40	147.00	553.20	21.00	23.40	366.00	1578.60	26.31
9	0.00	24.00	143.40	558.00	21.60	19.80	433.20	1200.00	20.00
10	0.00	21.00	144.00	552.60	18.40	14.40	434.40	1184.80	19.75
11	252.60	13.80	148.20	543.60	18.60	24.00	391.80	1392.60	23.21
12	0.00	23.40	154.80	510.00	25.20	22.20	426.60	1162.20	19.37
13	255.60	18.00	184.80	555.60	20.40	20.40	383.40	1438.20	23.97
14	121.20	10.80	131.30	471.00	19.80	25.20	461.40	1240.70	20.68
15	70.81	31.15	127.93	522.00	31.20	20.00	400.20	1203.29	20.05
16	480.00	26.40	197.40	546.00	30.00	14.40	401.60	1695.80	28.26
17	0.00	17.40	180.00	564.00	12.00	18.00	442.60	1234.00	20.57
18	223.20	14.40	183.60	567.00	21.00	18.00	352.60	1379.80	23.00
19	240.20	18.60	154.20	557.40	10.80	33.00	483.60	1497.80	24.96
20	203.40	27.00	196.80	602.40	28.00	40.00	520.50	1618.10	26.97
21	0.00	32.00	142.20	625.80	34.00	33.00	482.40	1349.40	22.49
22	182.40	38.00	154.20	619.20	36.00	31.00	402.80	1463.60	24.39
23	243.00	31.00	184.20	607.20	36.00	32.00	394.80	1528.20	25.47
24	454.20	38.00	150.00	721.20	19.00	36.00	486.60	1905.00	31.75
25	0.00	26.20	138.00	720.00	30.00	41.00	352.80	1308.00	21.80
26	366.00	29.00	142.20	480.00	36.00	44.00	367.20	1464.40	24.41
27	378.00	45.00	140.40	490.20	20.00	38.00	470.40	1582.00	26.37
28	0.00	29.00	153.00	510.00	42.00	37.00	427.20	1198.20	19.97
29	0.00	34.00	155.40	571.20	49.00	34.00	477.80	1321.40	22.02
30	252.20	30.00	184.80	562.20	38.00	40.00	443.40	1550.60	25.84
Total	5841.41	739.45	4859.43	16320.00	744.00	868.20	12315.20	41687.69	694.79
Rata-Rata	194.71	24.65	161.98	544.00	24.80	28.94	410.51	1389.59	23.16
Max	642.00	45.00	197.40	721.20	49.00	77.40	520.50	1905.00	31.75
Min	0.00	10.60	127.93	471.00	10.80	14.40	352.60	1162.20	19.37

Lampiran 7. Cycle Time HD Komatsu 785

No	Waktu Tunggu (detik)	Manufer Kosong (detik)	Loading (detik)	Hauling Isi (detik)	Manufer Dumping (detik)	Dumping (detik)	Hauling Kosong (detik)	Cycle Time (detik)	Cycle Time (menit)
1	255.60	26.15	197.40	547.20	27.50	38.71	445.20	1510.26	25.17
2	1024.20	25.43	247.20	603.00	23.39	45.24	487.80	2456.26	40.94
3	64.80	21.43	203.40	561.00	23.06	42.97	382.20	1298.86	21.65
4	76.20	25.52	147.60	609.60	42.45	35.99	420.60	1357.96	22.63
5	0.00	23.31	187.80	564.00	21.35	39.47	433.20	1269.13	21.15
6	43.24	29.73	145.80	603.60	29.62	42.64	436.20	1330.83	22.18
7	324.60	27.00	307.20	513.60	25.70	31.52	384.00	1613.62	26.89
8	371.40	30.93	180.00	514.80	21.71	40.48	390.60	1549.92	25.83
9	379.80	27.07	181.20	546.00	25.84	38.81	450.00	1648.72	27.48
10	140.40	21.35	190.20	505.20	27.30	53.39	394.20	1332.04	22.20
11	87.60	24.12	189.00	573.00	31.63	42.84	326.40	1274.59	21.24
12	181.80	27.58	188.40	565.20	24.54	43.77	377.40	1408.69	23.48
13	145.80	29.28	192.60	547.20	27.11	39.42	366.00	1347.41	22.46
14	133.80	23.68	245.40	558.00	34.59	41.00	360.60	1397.07	23.28
15	304.20	25.11	189.00	511.20	28.31	40.13	334.80	1432.75	23.88
16	51.94	30.66	243.60	664.20	28.33	47.75	384.00	1450.48	24.17
17	0.00	21.52	204.00	626.40	15.01	39.17	504.60	1410.70	23.51
18	91.80	31.23	202.20	574.80	26.13	40.15	427.80	1394.11	23.24
19	447.00	26.12	246.60	565.20	24.25	33.98	487.20	1830.35	30.51
20	272.40	25.98	235.20	564.00	24.31	35.19	501.00	1658.08	27.63
21	0.00	28.94	250.80	663.60	27.24	33.04	568.80	1572.42	26.21
22	87.00	31.07	211.20	743.40	20.02	27.70	607.80	1728.19	28.80
23	190.80	25.41	204.00	751.20	26.31	38.52	611.40	1847.64	30.79
24	324.60	25.25	258.00	741.60	26.02	40.28	564.60	1980.35	33.01
25	127.20	26.31	192.60	691.20	25.17	35.11	547.20	1644.79	27.41
26	188.40	25.09	150.60	611.40	24.51	37.21	510.60	1547.81	25.80
27	384.60	21.53	250.80	574.80	23.01	37.35	504.60	1796.69	29.94
28	249.00	24.14	196.80	624.60	26.10	35.14	608.40	1764.18	29.40
29	82.20	26.21	246.00	673.80	23.28	40.21	555.60	1647.30	27.46
30	66.60	31.07	154.80	721.20	27.12	31.28	631.80	1663.87	27.73
Total	6096.98	788.22	6239.40	18114.00	753.41	1168.46	14004.60	47165.07	786.08
Rata-Rata	203.23	26.27	207.98	603.80	25.11	38.95	466.82	1572.17	26.20
Max	1024.20	31.23	307.20	751.20	42.45	53.39	631.80	2456.26	40.94
Min	0.00	21.35	145.80	505.20	15.01	27.70	326.40	1269.13	21.15

Lampiran 10. Cycle Time Excavator CAT 390F

No	Kode Unit	Waktu Tunggu (detik)	Digging (detik)	Swing Isi (detik)	Dumping (detik)	Swing Kosong (detik)	Cycle Time (detik)
1	10-009	0.00	13.34	4.22	4.44	5.06	27.06
2		0.00	11.50	4.80	4.91	4.25	25.46
3		0.00	12.07	6.16	4.60	5.63	28.46
4		0.00	16.15	5.93	4.79	4.80	31.67
5		0.00	14.59	5.22	4.78	3.70	28.29
6		0.00	9.79	3.92	4.14	4.18	22.03
7		0.00	10.82	6.01	3.97	4.20	25.00
8		0.00	11.50	5.03	5.24	6.00	27.77
9		21.80	10.78	5.38	4.71	4.13	46.80
10		0.00	13.61	5.38	4.95	4.24	28.18
11		0.00	9.78	4.03	3.70	3.71	21.22
12		0.00	10.71	5.99	4.73	5.11	26.54
13		0.00	14.12	4.49	3.72	4.56	26.89
14		0.00	13.42	6.03	5.04	3.20	27.69
15		0.00	11.54	4.12	3.82	4.26	23.74
16		22.18	12.26	3.58	2.86	7.19	48.07
17		21.86	9.14	5.42	6.39	4.00	46.81
18		0.00	16.37	4.25	3.96	3.68	28.26
19		0.00	13.19	4.50	3.92	4.22	25.83
20		0.00	10.09	6.05	4.58	5.01	25.73
21		0.00	7.80	4.95	3.55	4.92	21.22
22		0.00	15.80	5.35	3.40	4.92	29.47
23		0.00	10.01	3.61	2.52	5.33	21.47
24		0.00	15.82	3.57	6.21	7.92	33.52
25		18.06	5.91	2.34	4.54	3.77	34.62
26		0.00	15.40	4.69	4.25	5.37	29.71
27		0.00	8.45	5.15	3.48	3.68	20.76
28		0.00	10.02	4.73	3.16	3.00	20.91
29		0.00	13.61	4.58	3.36	4.81	26.36
30		0.00	17.63	4.58	4.27	6.08	32.56
TOTAL		83.90	365.22	144.06	127.99	140.93	862.10
RATA-RATA		2.80	12.17	4.80	4.27	4.70	28.74
MAX		22.18	17.63	6.16	6.39	7.92	48.07
MIN		0.00	5.91	2.34	2.52	3.00	20.76

Lampiran 11. Tabel *Bucket Fill Factor* (Peurifoy, 2006) dan *Swell Factor* (Tenriajeng, A. T., 2003)

Material	Bucket Fill Factor
<i>General Floor</i>	0,85 – 1,10
<i>Sand and Gravel</i>	0,90 – 1,05
<i>Firm Clay</i>	0,75 – 0,95
<i>Soft Clay</i>	0,65 – 0,90
<i>Rock Well Blasted</i>	0,65 – 0,85
<i>Rock, Poorly Blasted</i>	0.40– 0,65

Macam Material	Swell Factor (%)
Bauksit	75
Tanah liat kering	85
Tanah liat basah	80 -82
Antrasit	74
Batubara bituminous	80
Bijih tembaga	74
Tanah biasa kering	85
Tanah biasa basah	85
Tanah biasa bercampur pasir dan kerikil	90
Kerikil kering	89
Kerikil basah	88
Granit pecah-pecah	56 – 67
Hematit pecah-pecah	45
Bijih besi pecah-pecah	45
Batu kapur pecah-pecah	57 – 60
Lumpur	83
Lumpur sudah ditekan	83
Pasir kering	89
Pasir basah	88
Serpilh (<i>shale</i>)	75
Batu sabak (<i>slate</i>)	77
Silika	80

Lampiran 12. Perhitungan Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja

Berikut perhitungan waktu kerja efektif untuk alat gali muat adalah sebagai berikut:

1. Waktu Kerja Efektif *Excavator* CAT 6015

$$\begin{aligned} W_e &= W_t - (W_d + W_{td}) \\ &= 744 \text{ jam} - 200,12 \text{ jam} \\ &= 543,88 \text{ jam} \end{aligned}$$

2. Waktu Kerja Efektif *Excavator* CAT 390F

$$\begin{aligned} W_e &= W_t - (W_d + W_{td}) \\ &= 744 \text{ jam} - 372,05 \text{ jam} \\ &= 371,95 \text{ jam} \end{aligned}$$

3. Waktu Kerja Efektif *Excavator* Komatsu PC 1250-8R

$$\begin{aligned} W_e &= W_t - (W_d + W_{td}) \\ &= 744 \text{ jam} - 409,23 \text{ jam} \\ &= 334,77 \text{ jam} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan waktu kerja efektif untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

1. Waktu Kerja Efektif HD CAT 777

$$\begin{aligned} W_e &= W_t - (W_d + W_{td}) \\ &= 744 \text{ jam} - 198,05 \text{ jam} \\ &= 545,95 \text{ jam} \end{aligned}$$

2. Waktu Kerja Efektif HD Komatsu 785

$$W_e = W_t - (W_d + W_{td})$$

$$= 744 \text{ jam} - 350,42 \text{ jam}$$

$$= 393,58 \text{ jam}$$

Berdasarkan waktu kerja efektif dan waktu tersedia yang ada, maka dapat diketahui efisiensi kerja alat gali muat adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi kerja *Excavator* CAT 6015 dengan waktu kerja tersedia sebesar 744 jam dan waktu kerja efektif sebesar 543,88 jam, menghasilkan nilai efisiensi kerja sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{We}{Wt} \times 100\% = \frac{543,88}{744} \times 100\% = 73\%$$

2. Efisiensi kerja *Excavator* CAT 390F dengan waktu kerja tersedia sebesar 744 jam dan waktu kerja efektif sebesar 371,95 jam, menghasilkan nilai efisiensi kerja sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{We}{Wt} \times 100\% = \frac{371,95}{744} \times 100\% = 50\%$$

3. Efisiensi Kerja *Excavator* Komatsu PC 1250-8R dengan waktu kerja tersedia sebesar 744 jam dan waktu kerja efektif sebesar 334,77 jam, menghasilkan nilai efisiensi kerja sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{We}{Wt} \times 100\% = \frac{334,77}{744} \times 100\% = 45\%$$

Berdasarkan waktu kerja efektif dan waktu tersedia yang ada, maka dapat diketahui efisiensi kerja alat angkut adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi kerja HD CAT 777 dengan waktu kerja tersedia sebesar 744 jam dan waktu kerja efektif sebesar 545,95 jam, didapatkan nilai efisiensi kerjanya sebagai berikut:

$$Efisiensi Kerja = \frac{We}{Wt} \times 100\% = \frac{545,95}{744} \times 100\% = 73\%$$

2. Efisiensi kerja HD Komatsu 785 dengan waktu kerja tersedia sebesar 744 jam dan waktu kerja efektif sebesar 205,08 jam, didapatkan nilai efisiensi kerjanya sebagai berikut:

$$Efisiensi Kerja = \frac{We}{Wt} \times 100\% = \frac{393,58}{744} \times 100\% = 53\%$$

Lampiran 13. Perhitungan Nilai PA, MA, UA, EU

Unit	Jam Operasi (W)	Jam Perbaikan (R)	Jam Standby (S)	Jam Tersedia (T)
CAT HD 777E	545.95	24.73	173.32	744.00
CAT 6015	543.88	29.22	170.90	744.00
CAT 390 F	371.95	197.25	174.80	744.00
Komatsu HD 785-7R	393.58	106.13	244.28	744.00
PC 1250 SP-8R	334.77	158.55	250.68	744.00

1. Perhitungan *Physical Availability*

Untuk menghitung nilai *PA* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\%$$

a. CAT HD 777

$$PA = \frac{545,95 + 173,32}{545,95 + 24,73 + 173,32} \times 100\% = 97\%$$

b. CAT 6015

$$PA = \frac{543,88 + 170,90}{543,88 + 29,22 + 170,90} \times 100\% = 96\%$$

c. CAT 390F

$$PA = \frac{371,95 + 174,80}{371,95 + 197,25 + 174,80} \times 100\% = 73\%$$

d. Komatsu HD 785

$$PA = \frac{393,58 + 244,28}{393,58 + 106,13 + 244,28} \times 100\% = 86\%$$

e. Komatsu PC 1250 SP-8R

$$PA = \frac{334,77 + 250,68}{334,77 + 158,55 + 250,68} \times 100\% = 79\%$$

2. Perhitungan *Mechanical Availability*

Untuk menghitung nilai *MA* dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\%$$

a. CAT HD 777

$$MA = \frac{545,95}{545,95 + 24,73} \times 100\% = 96\%$$

b. CAT 6015

$$MA = \frac{543,88}{543,88 + 29,22} \times 100\% = 95\%$$

c. CAT 390F

$$MA = \frac{371,95}{371,95 + 197,25} \times 100\% = 65\%$$

d. Komatsu HD 785

$$MA = \frac{393,58}{393,58 + 106,13} \times 100\% = 79\%$$

e. Komatsu PC 1250 SP-8R

$$MA = \frac{334,77}{334,77 + 158,55} \times 100\% = 68\%$$

3. Perhitungan *Utilization of Availability*

Untuk menghitung nilai *UA* dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\%$$

a. CAT HD 777

$$UA = \frac{545,95}{545,95 + 173,32} \times 100\% = 76\%$$

b. CAT 6015

$$UA = \frac{543,88}{543,88 + 170,90} \times 100\% = 76\%$$

c. CAT 390F

$$UA = \frac{371,95}{371,95 + 174,80} \times 100\% = 68\%$$

d. Komatsu HD 785

$$UA = \frac{393,58}{393,58 + 244,28} \times 100\% = 62\%$$

e. Komatsu PC 1250 SP-8R

$$UA = \frac{334,77}{334,77 + 250,68} \times 100\% = 57\%$$

4. Perhitungan *Effective Utilization*

Untuk menghitung nilai *EU* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

a. CAT HD 777

$$EU = \frac{545,95}{545,95 + 24,73 + 173,32} \times 100\% = 73\%$$

b. CAT 6015

$$EU = \frac{543,88}{543,88 + 29,22 + 170,90} \times 100\% = 73\%$$

c. CAT 390F

$$EU = \frac{371,95}{371,95 + 197,25 + 174,80} \times 100\% = 50\%$$

d. Komatsu HD 785

$$EU = \frac{393,58}{393,58 + 106,13 + 244,28} \times 100\% = 53\%$$

e. Komatsu PC 1250 SP-8R

$$EU = \frac{334,77}{334,77 + 158,55 + 250,68} \times 100\% = 45\%$$

Unit	Jam Operasi (W)	Jam Perbaikan (R)	Jam Standby (S)	Jam Tersedia (T)	MA	PA	UA	EU
CAT HD 777E	545.95	24.73	173.32	744.00	96%	97%	76%	73%
CAT 6015	543.88	29.22	170.90	744.00	95%	96%	76%	73%
CAT 390 F	371.95	197.25	174.80	744.00	65%	73%	68%	50%
Komatsu HD 785-7R	393.58	106.13	244.28	744.00	79%	86%	62%	53%
PC 1250 SP-8R	334.77	158.55	250.68	744.00	68%	79%	57%	45%

Lampiran 14. Perhitungan *Bucket Fill Factor*

1. *Bucket Fill Factor* Excavator CAT 6015

$$\text{Volume aktual} = 6,1 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume teoritis} = 8,1 \text{ m}^3$$

$$BFF = \frac{\text{Volume Aktual}}{\text{Volume Teoritis}} \times 100\% = \frac{6,1}{8,1} \times 100\% = 75\%$$

2. *Bucket Fill Factor* Excavator CAT 390F

$$\text{Volume aktual} = 3,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume teoritis} = 6,0 \text{ m}^3$$

$$BFF = \frac{\text{Volume Aktual}}{\text{Volume Teoritis}} \times 100\% = \frac{3,9}{6,0} \times 100\% = 65\%$$

3. *Bucket Fill Factor* Excavator Komatsu PC 1250 SP-8R

$$\text{Volume aktual} = 4,7 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume teoritis} = 6,7 \text{ m}^3$$

$$BFF = \frac{\text{Volume Aktual}}{\text{Volume Teoritis}} \times 100\% = \frac{4,7}{6,7} \times 100\% = 70\%$$

Lampiran 15. Perhitungan Produktivitas

1. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat

a) Excavator CAT 6015

Diketahui:

Kapasitas *Bucket* : 8,1 m³

Bucket Fill Factor : 0,75

Swell Factor : 1,39

Efisiensi Kerja Alat : 0,73

Cycle Time CAT 6015 : 32,95 detik

Rumus:

$$Q = \left(\frac{3600}{CTm} \right) \times Kb \times BFF \times Ek \times Sf$$

$$Q = \frac{3600}{32,95} \times 8,1 \times 0,75 \times 0,73 \times 1,39$$

$$= 674,35 \text{ BCM/Jam}$$

b) Excavator Komatsu PC-1250-8R

Diketahui:

Kapasitas *Bucket* : 6,7 m³

Bucket Fill Factor : 0,70

Swell Factor : 1,39

Efisiensi Kerja Alat : 0,45

Cycle Time Komatsu PC1250-8R : 23,35 detik

Rumus:

$$Q = \left(\frac{3600}{CTm} \right) \times Kb \times BFF \times Ek \times Sf$$

$$Q = \frac{3600}{23,35} \times 6,7 \times 0,70 \times 0,45 \times 1,39$$

$$= 452,23 \text{ BCM/ Jam}$$

c) Excavator CAT 390F

Diketahui:

Kapasitas <i>Bucket</i>	: 6,0 m ³
<i>Bucket Fill Factor</i>	: 0,65
<i>Swell Factor</i>	: 1,39
Efisiensi Kerja Alat	: 0,50
<i>Cycle Time</i> CAT 390F	: 27,76 detik

Rumus:

$$Q = \left(\frac{3600}{CTm} \right) \times Kb \times BFF \times Ek \times Sf$$

$$Q = \frac{3600}{27,76} \times 6,0 \times 0,65 \times 0,50 \times 1,39$$

$$= 351,41 \text{ BCM/ Jam}$$

2. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat

a) HD CAT 777E

Diketahui:

Rata-Rata Jumlah Pemuatan: 7

Kapasitas <i>Bucket</i>	: 8,1 m ³
<i>Bucket Fill Factor</i>	: 0,75
<i>Swell Factor</i>	: 1,39
Efisiensi Kerja Alat	: 0,73
<i>Cycle Time</i> Alat Angkut	: 23,16 menit

$$Qa = \left(\frac{60}{CTa}\right) \times Kba \times n \times BFF \times Ek \times Sf$$

$$Qa = \frac{60 \times 8,1 \times 7 \times 0,75 \times 0,73 \times 1,39}{23,16} = 112,37 \text{ BCM/Jam}$$

a) HD Komatsu 785

Diketahui:

Rata-Rata Jumlah Pemuatan	: 8
Kapasitas Bucket	: 6,7 m ³
<i>Bucket Fill Factor</i>	: 0,70
<i>Swell Factor</i>	: 1,39
Efisiensi Kerja Alat	: 0,53
<i>Cycle Time</i> Alat Angkut	: 23,62 menit

$$Qa = \left(\frac{60}{CTa}\right) \times Kba \times n \times BFF \times Ek \times Sf$$

$$Qa = \frac{60 \times 6,7 \times 8 \times 0,70 \times 0,53 \times 1,39}{23,62} = 70,07 \text{ BCM/Jam}$$