

LAPORAN PROYEK AKHIR

**"Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali-Muat Excavator Komatsu PC 2000
dengan Alat Angkut HD 785 untuk Menurunkan *Fuel Ratio* pada Kegiatan
Pengupasan *Overburden* Bulan Maret 2025 di *Fleet* 2015, Pit Timur Tambang
Batubara PT. Antareja Mahada Makmur Site Mifa Bersaudara, Desa
Peunaga Cot Ujong, Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Prov. Aceh"**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Menyelesaikan Program Studi D3 Teknik
Pertambangan*



Disusun Oleh :

Nurul Afidah Lubis

2022/22080074

Konsentrasi	: Pertambangan Umum
Program Studi	: D3 Teknik Pertambangan
Departemen	: Teknik Pertambangan

**DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

LAPORAN PROYEK AKHIR

**“Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali-Muat *Excavator* Komatsu PC 2000
dengan Alat Angkut HD 785 untuk Menurunkan *Fuel Ratio* pada Kegiatan
Pengupasan *Overburden* Bulan Maret 2025 di *Fleet* 2015, Pit Timur Tambang
Batubara PT. Antareja Mahada Makmur *Site* Mifa Bersaudara, Desa
Peunaga Cot Ujong, Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Prov. Aceh”**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Menyelesaikan Program Studi D3 Teknik
Pertambangan*



Disusun Oleh :

Nurul Afidah Lubis

2022/22080074

Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : D3 Teknik Pertambangan
Departemen : Teknik Pertambangan

DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

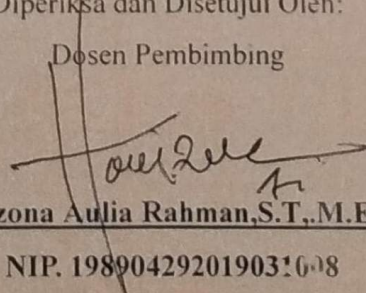
“Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali-Muat Komatsu PC 2000 dengan Alat Angkut HD 785 untuk Menurunkan *Fuel Ratio* pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* Bulan Maret 2025 di *Fleet* 2015, Pit Timur Tambang Batubara PT. Antareja Mahada Makmur Site Mifa Bersaudara, Desa Peunaga Cot Ujong, Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Prov. Aceh”

Disusun Oleh:

Nama : Nurul Afidah Lubis
NIM : 22080074
Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : D-3 Teknik Pertambangan

Diperiksa dan Disetujui Oleh:

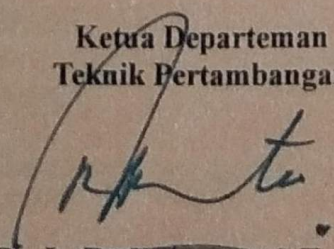
Dosen Pembimbing


Harizona Aulia Rahman, S.T., M.Eng

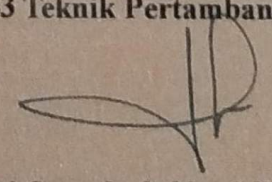
NIP. 198904292019031608

Diketahui Oleh:

Ketua Departemen
Teknik Pertambangan


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

Ketua Program Studi
D-3 Teknik Pertambangan


Ir. Tri Gamela Saldy, S.T., M.T.
NIP. 198706162019032019

LEMBAR PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan di Depan Tim Penguji

Program Studi D-3 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

Dengan Judul:

“Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali-Muat Komatsu PC 2000 dengan Alat Angkut HD 785 untuk Menurunkan *Fuel Ratio* pada Kegiatan Pengupasan Overburden Bulan Maret 2025 di *Fleet 2015*, Pit Timur Tambang Batubara PT. Antareja Mahada Makmur Site Mifa Bersaudara, Desa Peunaga Cot Ujong, Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Prov. Aceh”

Oleh:

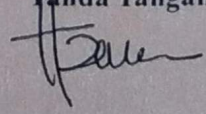
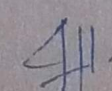
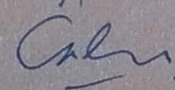
Nama : Nurul Afidah Lubis
NIM : 22080074
Program Studi : D-3 Teknik Pertambangan
Departemen : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, 07 November 2025
Tanda Tangan

Tim Penguji

Padang, 07 November 2025
Tanda Tangan

Tim Penguji

1. Pembimbing	Harizona Aulia Rahman, S.T., M.Eng	()
2. Penguji 1	Ir. Riko Maiyudi, M.T.	()
3. Penguji 2	Aulia Hidayat Burhamidar, S.T., M.T.	()



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.ft.unp.ac.id> E-mail : mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Afidah Lubis
NIM/TM : 22080074 / 2022
Program Studi : D3 Teknik Pertambangan
Departemen : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

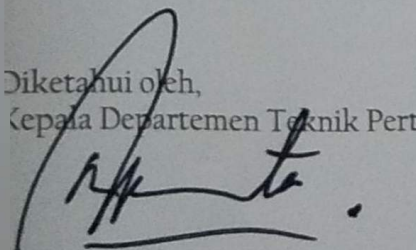
Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

"Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali Muat Excavator Komatsu Pc 2000 dengan Alat
Angkut HD 785 untuk menurunkan fuel ratio dalam kegiatan Pengupasan Overburden
Bulan Maret 2025 di Fleet 2015, pit Timur, Tambang Batubara PT Anatareja Maha-
da Makmur Site Mifa Bersinudara, Desa Peunaga Cot Ujong, kel. Meureuba, kab. Aceh
Barat, Prov. Aceh "

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.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Teknik Pertambangan


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

Padang, 21 November 2025

yang membuat pernyataan,



BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap	:	Nurul Afidah Lubis
NO. Buku Pokok	:	22080074
Tempat/Tanggal Lahir	:	Malintang/ 15 Mei 2022
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Nama Bapak	:	Ali Asir Lubis
Nama Ibu	:	Irma Suryani
Jumlah Bersaudara	:	4 Bersaudara
Alamat Tetap	:	Jl. Medan-Padang, Desa Malintang, kec. Bukit Malintang, kab. Mandailing Natal
Email/No.HP	:	afidahnurul333@gmail.com /085274892748



II. Data Pendidikan

Taman Kanak-Kanak	:	TK Aisiyah Bustanul Athfal
Sekolah Dasar	:	SDs 055 Muhammadiyah Malintang
Sekolah Menengah Pertama	:	MTsN 4 Mandailing Natal
Sekolah Menengah Atas	:	MAN 1 Mandailing Natal

III. Data Tugas Akhir

Tempat Kerja Praktek	:	PT. Antareja Mahada Makmur <i>Jobsite</i> Mifa Bersaudara
Tanggal Kerja Praktek	:	1 Februari 2025-08 Mei 2025
Topik Studi Kasus	:	Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali-Muat <i>Excavator</i> Komatsu PC 2000 dengan Alat Angkut HD 785 untuk Menurunkan <i>Fuel Ratio</i> pada Kegiatan Pengupasan <i>Overburden</i> Bulan Maret 2025 di <i>Fleet</i> 2015, Pit Timur Tambang Batubara PT. Antareja Mahada Makmur <i>Site</i> Mifa Bersaudara, Desa Peunaga Cot Ujong, Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Prov. Aceh

ABSTRAK

Lubis, Nurul Afidah, 2025: Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali-Muat *Excavator* Komatsu PC 2000 dengan Alat Angkut HD 785 untuk Menurunkan *Fuel Ratio* pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* Bulan Maret 2025 di *Fleet 2015*, Pit Timur Tambang Batubara PT. Antareja Mahada Makmur Site Mifa Bersaudara, Desa Peunaga Cot Ujong, Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Prov. Aceh

Industri pertambangan batubara menghadapi tantangan efisiensi operasional, di mana aktivitas pengupasan overburden menyumbang porsi biaya terbesar dengan permasalahan utama tingginya *fuel ratio*. Di PT Antareja Mahada Makmur, kombinasi PC 2000 dan HD 785 menunjukkan *fuel ratio* 1,22 L/BCM yang melebihi target 1,00 L/BCM akibat ketidaksesuaian armada, idle time tinggi, serta kondisi jalan dan material yang bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis penyebab rendahnya efisiensi kerja alat gali-muat dan alat angkut, (2) mengevaluasi tingkat *match factor* aktual beserta kontribusinya terhadap penurunan produktivitas dan peningkatan idle time, serta (3) merumuskan skenario optimasi yang paling efektif untuk meningkatkan *match factor*, menekan *fuel ratio*, dan memulihkan produktivitas. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data primer (siklus kerja, idle time, aktivitas harian alat) dan sekunder (konsumsi BBM, spesifikasi alat, parameter jalan) yang diperoleh melalui observasi lapangan dan studi literatur di Fleet 2015 Pit Timur, Maret 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *match factor* aktual sebesar 0,69 menyebabkan idle time excavator mencapai 120 menit/hari, penurunan produktivitas, serta *fuel ratio* 1,13 L/BCM yang melebihi target 13%. Skenario optimasi berupa penambahan 2 unit HD 785 terbukti paling efektif, menghasilkan *match factor* 1,03, produktivitas 701 BCM/jam, serta penurunan *fuel ratio* menjadi 0,59 L/BCM. Dengan demikian, strategi optimasi jumlah armada dinilai realistis diterapkan untuk meningkatkan efisiensi operasional, menekan biaya bahan bakar, dan mendukung keberlanjutan operasi tambang.

Kata Kunci: overburden, *match factor*, produktivitas, *fuel ratio*, optimasi armada

ABSTRACT

Lubis, Nurul Afidah, 2025: Optimization of Excavator Komatsu PC 2000 and Haul Truck HD 785 Compatibility to Reduce Fuel Ratio in Overburden Removal Activities in March 2025 at Fleet 2015, East Pit, PT Antareja Mahada Makmur Coal Mine, Mifa Bersaudara Site, Peunaga Cot Ujong Village, Meureubo Subdistrict, West Aceh Regency, Aceh Province

The coal mining industry faces operational efficiency challenges, in which overburden removal activities account for the largest portion of operating costs, with the main issue being the high fuel ratio. At PT Antareja Mahada Makmur, the combination of PC 2000 and HD 785 showed a fuel ratio of 1.22 L/BCM, exceeding the company's target of 1.00 L/BCM due to fleet mismatch, high idle time, as well as varying road and material conditions. This study aims to (1) analyze the causes of low work efficiency of the excavator and haul truck, (2) evaluate the actual match factor and its contribution to decreased productivity and increased idle time, and (3) formulate the most effective optimization scenario to improve the match factor, reduce the fuel ratio, and restore productivity. The research method is descriptive quantitative, using primary data (cycle time, idle time, hourly equipment activity) and secondary data (daily fuel consumption, equipment specifications, road parameters) obtained through field observations and literature study at Fleet 2015, East Pit, in March 2025. The results showed that the actual match factor value of 0.69 caused excavator idle time to reach 120 minutes/day, a decline in productivity, and a fuel ratio of 1.13 L/BCM, which exceeded the company's target by 13%. The optimization scenario involving the addition of two HD 785 units proved to be the most effective, resulting in a match factor of 1.03, productivity of 701 BCM/hour, and a reduction of the fuel ratio to 0.59 L/BCM. Thus, the strategy of optimizing fleet size is considered realistic to implement in order to improve operational efficiency, reduce fuel costs, and support sustainable mining operations.

Keywords: overburden, match factor, productivity, fuel ratio, fleet optimization

KATA PENGANTAR



Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “Optimalisasi Kesesuaian Alat Gali-Muat *Excavator* Komatsu PC 2000 dengan Alat Angkut HD 785 untuk Menurunkan *Fuel Ratio* pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* Bulan Maret 2025 di *Fleet* 2015, Pit Timur Tambang Batubara PT. Antareja Mahada Makmur *Site* Mifa Bersaudara, Desa Peunaga Cot Ujong, Kec. Meureubo, Kab. Aceh Barat, Prov. Aceh”. Penelitian ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program D-3 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Proyek Akhir, penulis tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua penulis, Bapak Ali Asir Lubis dan Ibu Irma Suryani Nasution yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis. Terimakasih atas setiap tetes keringat dalam setiap langkah pengorbanan dan kerja keras yang dilakukan untuk memberikan yang terbaik kepada penulis.
2. Bapak Ir. Harizona Aulia Rahman, S.T.,M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.

3. Bapak Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T.,M.T. selaku Ketua departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
4. Ibu Ir. Tri Gamela Saldy, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Jurusan D3 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Ir. Jukepsa Andas, S.Si.,M.T selaku dosen pembimbing akademik penulis yang telah membimbing penulis selama menempuh pendidikan di jurusan D3 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
6. Seluruh dosen pengajar di Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Eko Ryzianto selaku *Department Head Engineering* PT. Antareja Mahada Makmur *site* Mifa Bersaudara.
8. Bapak Argya Gilang Kusuma sebagai pembimbing lapangan penulis yang telah memberikan banyak bimbingan dan motivasi kepada penulis selama melakukan PLI di PT. Antareja Mahada Makmur *site* Mifa Bersaudara.
9. Seluruh pegawai departemen Engineering PT. Antareja Mahada Makmur *site* Mifa Bersaudara.
10. Ketiga adik dan nenek penulis yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan keceriaan, serta menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam setiap langkah penulis.
11. Tidak lupa, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada sahabat-sahabat tercinta yang senantiasa hadir memberikan dukungan, kebersamaan, dan doa yang tulus.

12. Terakhir, Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada diri sendiri, Nurul Afidah Lubis, karena telah bertahan sejauh ini. Terimakasih karena tetap memilih untuk melanjutkan, walau seringkali hilang arah.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk pengembangan proyek akhir ini kedepannya. Akhir kata semoga proyek akhir ini dapat memberikan ilmu untuk kita semua dan terutama bagi penulis.

Padang, 07 November 2025

Penulis

(Nurul Afidah Lubis)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PROYEK AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Pengupasan <i>Overburden</i>	8
B. Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	19
C. <i>Match Factor</i>	28
D. <i>Fuel Ratio</i>	30
E. Penelitian Terdahulu	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
A. Jenis Penelitian.....	43
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	43
C. Data dan Sumber Data.....	44

D. Metode Pengumpulan Data	45
E. Teknik Analisis Data	46
F. Diagram Alir.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
A. Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	52
B. Analisis Rendahnya efesiensi kerja	56
C. Analisis Keseimbangan Armada (<i>Match Factor</i>)	66
D. Analisis Efisiensi Bahan Bakar (<i>Fuel Ratio</i>)	69
E. Pengaruh Kondisi Jalan Tambang.....	73
F. Evaluasi Kinerja Aktual dan Simulasi Skenario Perbaikan	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	87
A. Kesimpulan	87
B. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN.....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Faktor Pengisian <i>Bucket</i>	27
Tabel 2. Parameter Produktivitas.....	87
Tabel 3. Jam Kerja Operasional	92
Tabel 4. Waktu Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari Alat Gali-Muat.....	92
Tabel 5. Waktu yang Dapat Dihindari Alat Gali-Muat	93
Tabel 6. <i>Idle Time Excavator</i>	96
Tabel 7. Waktu Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari Alat Angkut	98
Tabel 8. Waktu yang Dapat Dihindari Alat Angkut	98
Tabel 9. Parameter <i>Match Factor</i>	100
Tabel 10. <i>Cycle Time</i> Alat Angkut HD 785.....	109
Tabel 11. Nilai <i>Rolling Resistance</i> Sebelum Perbaikan.....	112
Tabel 12. Nilai <i>Rolling Resistance</i> Setelah Diperbaiki.....	127
Tabel 13. <i>Cycle Time</i> Alat Angkut HD 785 Setelah Perbaikan.....	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Excavator</i> Komatsu PC 2000.....	10
Gambar 2. <i>Dump Truck</i>	13
Gambar 3. <i>Bulldozer</i>	14
Gambar 4. <i>Motor Grader</i>	15
Gambar 5. <i>Compactor</i>	16
Gambar 6. <i>Whell Load</i>	17
Gambar 8. <i>Water Pump</i>	19
Gambar 9. <i>Water Truck</i>	21
Gambar 10. <i>Fuel Truck</i>	22
Gambar 11. Perubahan Volume Tanah.....	28
Gambar 12. Diagram Alir.....	51
Gambar 13. Waktu Tunggu <i>Excavator</i>	95
Gambar 14. Penyebab <i>Idle Time</i>	96
Gambar 15. Dokumentasi Jalan Angkut Sebelum Perbaikan.....	108
Gambar 16. Peta <i>Grade</i> Jalan.....	110
Gambar 17. <i>Grader</i> Meratakan Jalan.....	124
Gambar 18. Jalan <i>Hauling</i> Setelah Perbaikan.....	127

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Fuel Ratio</i> Bulan Februari 2025.....	95
Lampiran 2. Target Produksi Bulan Maret 2025.....	95
Lampiran 3. Spesifikasi Alat Gali-Muat Komatsu PC 2000.....	96
Lampiran 4. Spesifikasi Alat Angkut Komatsu HD 785.....	98
Lampiran 5. Tabel Cycle Time Alat Gali-Muat.....	100
Lampiran 6. Cycle Time Alat Angkut.....	104
Lampiran 7. Peta Geologi PT. AMM <i>Site</i> PT. Mifa Bersaudara.....	106

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri pertambangan batubara Indonesia memikul peran strategis sebagai pilar penyediaan energi nasional, menyumbang lebih dari 60 % bauran energi primer (ESDM, 2024). Untuk mempertahankan daya saing dalam tekanan pasar global dan tuntutan keberlanjutan serta efisiensi operasional. Aktivitas pengupasan *overburden* (*stripping*), yang kerap menghabiskan 40-60% total biaya operasi tambang terbuka, menuntut manajemen alat berat yang optimal (Saputra & Nugroho, 2023). Kombinasi alat gali-muat (*excavator*) dan alat angkut (*dump truck*) merupakan jantung dari proses ini, dimana efisiensinya secara langsung menentukan parameter kunci yaitu produktivitas dan konsumsi bahan bakar (*fuel ratio*) (Sutrisno & Wijaya, 2022; Zhang et al., 2024).

Bahan bakar merupakan komponen biaya operasional terbesar kedua setelah tenaga kerja dalam operasi alat berat, menyumbang hingga 30-40 % total biaya kepemilikan (*Total Cost of Ownership/TCO*) (Komatsu, 2023 Annual Report). *Fuel ratio* (liter/BCM) menjadi indikator krusial efisiensi energi operasional. Nilai yang tinggi tidak hanya mencerminkan pemborosan biaya langsung, tetapi juga menandakan inefisiensi proses secara keseluruhan, seperti *idle time* berlebihan, ketidaksesuaian alat (*mis-match*), atau manajemen armada yang suboptimal (Rokhmat & Mulyana, 2020; Nguyen et al., 2023). Dalam konteks dekarbonisasi

industri, menekan *fuel ratio* juga berkontribusi langsung pada pengurangan emisi karbon (Sharma & Patil, 2024).

Ketidaksesuaian antara alat gali-muat dan alat angkut umumnya berawal dari jumlah unit yang tidak proporsional. Kekurangan unit *dump truck* akan membuat *excavator* menunggu lama (*excavator idle*), sedangkan kelebihan unit *dump truck* justru menimbulkan antrian panjang. Kedua kondisi tersebut menciptakan ketimpangan nilai *match factor* (MF) sehingga salah satu alat menjadi tidak produktif, meskipun tetap mengonsumsi bahan bakar dalam jumlah signifikan. *Idle time* inilah yang menjadi akar pemborosan energi, di mana konsumsi bahan bakar pada saat menganggur dapat mencapai 30–50% dari kondisi kerja penuh (Kurniawan et al., 2021; Cat Performance Handbook, Ed. 48, 2023).

Selain faktor jumlah unit, tingginya *cycle time* alat angkut juga menjadi penyebab tidak sesuainya keserasian kerja. *Cycle time* yang tinggi umumnya dipengaruhi oleh kondisi jalan tambang, seperti permukaan jalan yang rusak, *drainase* yang buruk, maupun kelandaian yang berlebih. Kondisi tersebut memperpanjang waktu tempuh alat angkut sehingga menurunkan frekuensi ritasi per jam, sekaligus meningkatkan konsumsi bahan bakar per satuan produksi

Di PT Antareja Mahada Makmur (AMM), Site Mifa Bersaudara, khususnya di *FLEET 2015* Pit Timur, kombinasi utama pengupasan overburden menggunakan *Excavator* Komatsu PC 2000 (kapasitas *bucket* 12 m³) dan *Dump Truck* Komatsu HD 785 (kapasitas 40 BCM). Meskipun merupakan alat berkinerja tinggi, evaluasi kinerja bulan Februari 2025 menunjukkan nilai *fuel ratio* yang

secara konsisten melebihi standar efisiensi perusahaan yaitu mencapai 1,12 liter/BCM (Lampiran 6) sedangkan target perusahaan yaitu 1 liter/BCM. Tingginya *idle time* yang terekam pada sistem monitoring alat (Komtrax/Komatsu Dashboard) untuk kedua jenis alat selama periode tersebut mengindikasikan potensi ketidaksesuaian (MF tidak optimal) sebagai penyumbang utama masalah ini. Selain itu, laporan lapangan menyebutkan tantangan seperti degradasi kondisi jalan angkut pasca-hujan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *mismatch* alat gali-angkut dan kondisi operasional (*cycle time*, kondisi jalan angkut, serta *bucket fill factor*) berkontribusi langsung terhadap pemborosan BBM dan kenaikan *fuel ratio*. Namun, studi yang secara simultan mengoptimalkan *match factor*, produktivitas, dan *fuel ratio* berbasis data *real-time Komtrax* pada kombinasi Komatsu PC 2000–HD 785 di *fleet* 2015 PT AMM dengan horizon Maret 2025 belum terdokumentasi. Kesenjangan ini penting ditutup mengingat porsi biaya BBM terhadap TCO yang signifikan dan target perusahaan untuk menekan $FR \leq 1,00$ L/BCM sebagai bagian dari efisiensi biaya dan pengurangan emisi. Karena itu, penelitian ini mendesain pendekatan berbasis data untuk menyusun skenario jumlah truk optimal dan intervensi operasional terkait agar *fuel ratio* turun, produktivitas naik, dan *idle time* berkurang.

B. Identifikasi Masalah

1. Ketidaksesuaian kombinasi *Excavator* Komatsu PC 2000 dan *Dump Truck* HD 785 di *FLEET*2015 Pit Timur ($MF < 1$) menyebabkan *idle time excavator* dan menimbulkan pemborosan bahan bakar akibat operasi non-produktif
2. Nilai *fuel ratio* aktual pada bulan Februari 2025 adalah 1,12 liter/BCM melebihi standar PT AMM 1.02 liter/BCM (Lampiran 1), disebabkan oleh konsumsi BBM berlebih saat *idling* dan rendahnya volume pengupasan akibat ketidakseimbangan alat.
3. Kerusakan jalan mengakibatkan nilai *cycle time dump truck* tinggi

C. Batasan Masalah

1. Penelitian hanya dilakukan pada kegiatan pengupasan *overburden* di *Fleet* 2015 Pit Timur PT Antareja Mahada Makmur selama bulan Maret 2025.
2. Alat berat yang dianalisis terbatas pada *Excavator* Komatsu PC 2000 sebagai alat gali dan *Dump Truck* HD 785 sebagai alat angkut.
3. Analisis hanya difokuskan pada parameter produktivitas alat, *match factor*, dan *fuel ratio* sebagai indikator efisiensi kerja alat berat.
4. Data sekunder yang digunakan merupakan data bulanan yang diperoleh dari perusahaan, termasuk data konsumsi bahan bakar dan waktu kerja alat.
5. Data: data operasional perusahaan (laporan konsumsi BBM, waktu kerja).
Faktor cuaca dipertimbangkan deskriptif sebagai faktor pendukung (tanpa pemodelan kuantitatif mendalam).

D. Rumusan Masalah

1. Apa yang menyebabkan rendahnya nilai efesiensi kerja dari alat gali-muat *excavator* PC 2000 dan alat angkut HD 785?
2. Bagaimana tingkat kesesuaian aktual (*Match Factor*) antara *Excavator* Komatsu PC 2000 dan *Dump Truck* HD 785 serta kontribusinya terhadap penurunan produktivitas dan peningkatan *idle time*?
3. Bagaimana skenario optimasi yang paling efektif untuk meningkatkan *Match Factor*, menekan *fuel ratio*, dan mengembalikan produktivitas ke level target dengan implementasi realistis di lapangan.

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis penyebab rendahnya nilai efesiensi kerja dari alat gali-muat *excavator* PC 2000 dan alat angkut HD 785?
2. Untuk menganalisis tingkat kesesuaian aktual (*Match Factor*) antara *Excavator* Komatsu PC 2000 dan *Dump Truck* HD 785 serta kontribusinya terhadap penurunan produktivitas dan peningkatan *idle time*?
3. Merumuskan dan mengevaluasi skenario optimasi seperti apa yang paling efektif untuk meningkatkan *Match Factor*, menekan *fuel ratio*, dan mengembalikan produktivitas dengan implementasi realistis di lapangan?

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan rekomendasi teknis untuk mengoptimalkan kesesuaian antara alat gali-muat Komatsu PC2000 dan alat angkut HD785 sehingga produktivitas meningkat dan *fuel ratio* menurun pada kegiatan pengupasan *overburden*.
2. Menyediakan data dan analisis yang dapat menjadi acuan atau pembandingan bagi penelitian dan perencanaan operasional pada kegiatan penambangan terbuka di masa mendatang.
3. Menambah wawasan dan keterampilan analisis peneliti dalam mengidentifikasi serta mengatasi permasalahan operasional yang memengaruhi kinerja alat tambang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai optimalisasi kesesuaian alat gali-muat Komatsu PC 2000 dengan alat angkut HD 785 untuk menurunkan *fuel ratio* pada kegiatan pengupasan *overburden* di *Fleet 2015* Pit Timur PT Antareja Mahada Makmur Site Mifa Bersaudara, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyebab rendahnya efisiensi kerja alat gali-muat Komatsu PC 2000 dan alat angkut HD 785 adalah ketidakseimbangan antara kapasitas produksi alat gali-muat dan jumlah unit alat angkut yang tersedia. Nilai *match factor* yang rendah mengindikasikan waktu tunggu yang tinggi pada *excavator*, sehingga produktivitas aktual berada di bawah target perusahaan. Selain itu, tingginya waktu tunggu ini menyebabkan adanya *idle time*, yaitu kondisi di mana *excavator* harus berhenti bekerja sementara karena tidak tersedianya *dump truck* untuk menerima muatan. Keadaan ini tidak hanya menurunkan produktivitas tetapi juga meningkatkan konsumsi bahan bakar tidak produktif, yang pada akhirnya berdampak pada efisiensi keseluruhan operasi penambangan.
2. Tingkat kesesuaian aktual (*Match Factor*) antara *Excavator* Komatsu PC 2000 dan *Dump Truck* HD 785 adalah sebesar 0,69 yang berarti hanya 69% dari

nilai ideal. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya *idle time* pada excavator, khususnya waktu tunggu hingga 120 menit per hari atau setara dengan 1,81 menit per siklus, yang berdampak pada penurunan produktivitas. Ketidakseimbangan ini juga berdampak pada efisiensi konsumsi bahan bakar, di mana *fuel ratio* aktual tercatat 1,13 liter/BCM, melebihi target perusahaan sebesar 1,00 liter/BCM atau terjadi deviasi 13%. Dengan demikian, rendahnya *match factor* terbukti memiliki kontribusi langsung terhadap peningkatan *idle time*, penurunan produktivitas, dan membesarnya *fuel ratio*, yang secara keseluruhan menurunkan efisiensi operasional pada kegiatan pengupasan overburden di Pit Timur.

3. Skenario optimasi yang paling efektif adalah Penurunan nilai rolling resistance pada jalan angkut di pit timur. Dengan implementasi ini, nilai *match factor* meningkat menjadi 0.99 produktivitas *dumptruck* bertambah menjadi 182 BCM/jam. *Fuel ratio* juga menurun drastis menjadi 0.63 liter/BCM. Strategi ini dinilai realistis untuk diterapkan di lapangan karena tidak memerlukan modifikasi besar pada alat.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa langkah strategis yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan rendahnya efisiensi kerja, ketidaksesuaian nilai *Match Factor*, dan tingginya *fuel ratio* pada kegiatan pengupasan overburden di Pit Timur

PT Antareja Mahada Makmur. Saran-saran berikut disusun dengan mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan, target produktivitas perusahaan, serta kelayakan implementasinya sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kinerja operasional.

1. Untuk mengatasi rendahnya efisiensi kerja, perusahaan perlu memastikan jumlah alat angkut yang beroperasi seimbang dengan kapasitas alat gali-muat. Penambahan unit *dump truck* sesuai kebutuhan siklus kerja *excavator* akan meminimalkan waktu tunggu, menekan *idle time*, dan menjaga kontinuitas pengangkutan. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi keterampilan operator secara berkala agar teknik pengoperasian alat tetap optimal.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbaikan jalan angkut mampu meningkatkan *Match Factor* dari 0.69 menjadi 0.99 dan meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, manajemen disarankan untuk menerapkan perbaikan jalan angkut berdasarkan kondisi lapangan harian. Pemantauan *real-time* terhadap *cycle time*, jarak angkut, dan ketersediaan alat dapat membantu menjaga MF berada di kisaran ideal sehingga *idle time* dapat ditekan, serta melakukan evaluasi dampaknya secara berkala terhadap produktivitas dan biaya operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, T., Pratama, H., & Wibowo, S. (2020). Optimasi Produktivitas dan Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Hauling di Tambang Terbuka. *Jurnal Teknologi Mineral*, 11(3), 88–97.
- Arifin, M. Z., & Subarsyah, R. (2021). Analisis Pengaruh Geometri Jalan Angkut terhadap Produktivitas dan Konsumsi Bahan Bakar di Tambang Batubara. *Jurnal Rekayasa Pertambangan*, 7(2), 101–110.
- Arifin, M. Z., & Subarsyah, R. (2021). Studi Pengaruh Kondisi Jalan Angkut terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Operasi Hauling Tambang Batubara. *Jurnal Teknik Sipil dan Pertambangan*, 8(2), 112–120.
- Awuah-Offei, K. (2023). Energy efficiency in mining: A review with emphasis on the role of operators. *Minerals Engineering*, 195, 108021.
- Awuah-Offei, K. (2023). *Surface mining haulage system design*. Springer.
- Caterpillar Inc. (2023). *Caterpillar Performance Handbook* (48th ed.).
- Ditjen Mineral dan Batubara, Kementerian ESDM. (2024, Oktober 3). *Batubara Indonesia: Pilar Utama Energi di Era Transisi Energi dan Hilirisasi Menuju Kemandirian Bangsa*.
- Fadli, M., Santoso, H., & Pradana, R. (2020). Analisis Pengaruh Match Factor terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Hauling Tambang Terbuka. *Jurnal Ilmu Teknik Pertambangan*, 10(2), 56–64.
- Harahap, M. I., & Suryadi, B. (2023). Evaluasi Pengaruh Kondisi Jalan dan Match Factor terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar di Tambang Batubara. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 19(1), 55–64.
- Hartman, H. L. (1992). *Introductory mining engineering* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Indonesianto, Y. (2013). *Manajemen operasi alat berat pada kegiatan pertambangan terbuka*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

- Kecojevic, V., & Komljenovic, D. (2011). Productivity analysis of draglines operating in different mining conditions. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 3(1), 24–34. <https://doi.org/10.xxxx/ijmme.v3i1.24>
- Khairani, A. P., Razak, S., & Kusumaningsih, D. A. (2024). Studi Keserasian Alat Gali Muat dengan Alat Angkut untuk Menurunkan Fuel Ratio pada Pengupasan Overburden Pit B PT XYZ. *Jurnal Rekayasa Pertambangan*, 15(1), 55–64.
- Komatsu Ltd. (2023). *Komatsu annual report 2023: Sustainability & innovation*.
- Kurniawan, A., & Hartanto, R. (2023). Evaluasi Penggunaan Bahan Bakar Alat Angkut dalam Proses Pengupasan Overburden pada Pit CDE PT. Cakrawala Dinamika Energi, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 19(2), 77–86.
- Kurniawan, R. (2014). *Perencanaan dan evaluasi jalan angkut tambang terbuka*. Bandung: Penerbit ITB.
- Lubis, R., & Yulianto, F. (2021). Evaluasi Produktivitas Alat Gali-Muat dan Angkut pada Kegiatan Pengupasan Overburden di Tambang Terbuka. *Jurnal Rekayasa Pertambangan*, 12(1), 45–53.
- Mukti, A. P. (2021). Evaluasi Match Factor dan Cycle Time untuk Optimasi Produktivitas Alat Angkut pada Tambang Batubara. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 5(1), 33–42.
- Nguyen, T. A., Choi, Y., & Awuah-Offei, K. (2023). Impact of idle time on fuel consumption and emissions in surface mining haulage operations. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 40(2), 789–802.
- Nguyen, T., Smith, J., & Lee, H. (2023). The impact of idle time on fuel consumption in heavy machinery operations. *Journal of Mining Engineering and Fuel Efficiency*, 12(4), 245–257.
- Nugroho, B. A., & Anton, F. (2023). Pengaruh Perbaikan Geometri Jalan terhadap Produktivitas dan Efisiensi Bahan Bakar Hauling di Tambang Terbuka. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 14(1), 67–76.
- Nugroho, R., & Safitri, N. (2021). Evaluasi Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat dan Alat Angkut terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Pengupasan Overburden di PT Barokah Tambang Abadi. *Jurnal Ilmu Teknik Pertambangan*, 11(2), 45–54.

- Nugroho, S., & Saputra, H. (2023). Optimasi Keserasian Alat Gali Muat dengan Alat Angkut untuk Menurunkan Fuel Ratio dalam Pemakaian Fuel pada Pengupasan Overburden Pit B PT Antareja Mahada Makmur Site Bengalon Coal Project, Kalimantan Timur. *Jurnal Rekayasa Pertambangan*, 15(2), 88–97.
- Nurchayono, F. (2024). Optimasi Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Overburden Removal Melalui Perbaikan Match Factor. *Jurnal Teknologi Mineral Indonesia*, 20(1), 15–24.
- Permana, D. R., & Hirata, S. (2022). Studi Optimasi Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Overburden Removal di Tambang Batubara. *Jurnal Rekayasa Pertambangan dan Energi*, 13(1), 25–34.
- Rahmat, T., & Sari, L. (2022). Analisis Besarnya Fuel Ratio pada Kegiatan Pengupasan Overburden di PT SIMS Jaya Kaltim. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 12(3), 102–110.
- Ristiani, R., & Susanto, A. (2022). Pengaruh kandungan lempung terhadap Bucket Fill Factor pada excavator di tambang overburden. *Jurnal Teknik Pertambangan A*, X(Y), xx–xx.
- Rokhmat, M., & Mulyana, A. (2020). Analisis Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Overburden Removal. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 16(2), 75–84.
- Saputra, R. D., & Nugroho, A. P. (2023). Analisis Biaya Operasional Alat Berat dan Strategi Optimasi pada Tambang Batubara Terbuka di Kalimantan. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 19(1), 45–60.
- Sharma, P., & Patil, B. (2024). Integrating fuel efficiency metrics into haulage fleet match factor optimization: A case study. *Resources Policy*, 88, 104567.
- Sugiarto, A. (2022). Analisis Optimasi Produktivitas dan Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Hauling Overburden. *Jurnal Rekayasa Pertambangan*, 13(2), 120–128.
- Sutrisno, H., & Wijaya, D. (2022). Pengaruh Match Factor terhadap Fuel Consumption pada Operasi Tambang Terbuka. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertambangan*, 9(1), 21–30.

- Tjahjanto, R., Wicaksono, A., & Putra, D. (2023). Analisis Pengaruh Perbaikan Jalan Angkut terhadap Cycle Time dan Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Hauling Tambang Batubara. *Jurnal Rekayasa Pertambangan Indonesia*, 15(2), 90–99.
- Zhang, Y., Liu, H., & Wang, J. (2024). Real-time fleet management and optimization for open-pit mines using IoT and data analytics. *International Journal of Mining Science and Technology*, 34(1), 123–135.