

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN JALAN ANGKUT TERHADAP
BIAYA PRODUKSI DENGAN SIMULASI *SOFTWARE* HAULSIM DI
PT. INTI BARA PERDANA**



SAFRIDA DWI ANGRAINI

03021282025033

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN JALAN ANGKUT TERHADAP BIAYA PRODUKSI DENGAN SIMULASI *SOFTWARE* HAULSIM DI PT. INTI BARA PERDANA

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH :

SAFRIDA DWI ANGRAINI

03021282025033

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN JALAN ANGKUT TERHADAP
BIAYA PRODUKSI DENGAN SIMULASI *SOFTWARE* HAULSIM DI
PT. INTI BARA PERDANA**

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**SAFRIDA DWI ANGRAINI
03021382025033**

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing I



Ir. Bochori, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197410252002121003

Pembimbing II



Bimbi Cahyaningsih, ST., MT
NIP. 199206052020122008

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN.Eng., APEC.Eng., ACPE.
NIP. 196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Safrida Dwi Angraini

NIM 03021282025033

Judul : Analisis Pengaruh Perubahan Jalan Angkut Terhadap Biaya Produksi dengan Simulasi *Software* Haulsim di PT Inti Bara Perdana

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

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



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Safrida Dwi Angraini

NIM 03021282025033

Judul : Analisis Pengaruh Perubahan Jalan Angkut Terhadap Biaya Produksi dengan Simulasi *Software* Haulsim di PT Inti Bara Perdana

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

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



HALAMAN PERSEMBAHAN

حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Terutama untuk mama saya Nurhayati dan papa saya Iskandar Zulkarnain, Mbak Sri Indryani Eka Putri, dan Adik saya Syakirah Dian Artanti. Terima kasih banyak atas dukungan, doa dan pengorbanan yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan dengan proses baik dan lancar.

RIWAYAT PENULIS



Safrida Dwi Angraini. Anak perempuan ke 2 (dua) dari 3 (tiga) bersaudara lahir di Jambi 23 April 2002 merupakan putri dari pasangan Iskandar Zulkarnain dan Nurhayati. Mengawali pendidikan tingkat dasar pada tahun 2007 di SD Negeri 1 Jambi, pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 23 Jambi. Selanjutnya tahun 2016 melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 4 Jambi dengan Jurusan Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS). Pada tahun 2020 melanjutkan pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi di internal kampus.

KATA PENGANTAR

Puji syukur diucapkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia – Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pengaruh Perubahan Jalan Angkut Terhadap Biaya Produksi Dengan Simulasi *Software* Haulsim di PT. Inti Bara Perdana.” dapat selesai dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini dilaksanakan di PT. Inti Bara Perdana, Provinsi Bengkulu pada tanggal 7 Februari 2024 sampai 11 Maret 2024

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. Bochori, S.T., M.T., IPM. dan Bimbi Cahyaningsih, S.T., M.T. selaku pembimbing yang membantu dan membimbing dalam penyusunan skripsi ini. Serta semua kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini, antara lain:

1. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN. Eng., dan Rosihan Pebrianto, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Universitas Sriwijaya.
3. Haryono, S.T., Agus Budi Yana dan Heru Irwanto S.T., S.E., M.S., Selaku pembimbing di PT Inti Bara Perdana.
4. Bapak dan Ibu dosen, serta karyawan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir.

Penulisan skripsi ini disadari masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan dimasa mendatang. Semoga laporan skripsi ini dapat menambah wawasan bagi semua pihak dikemudian hari.

Indralaya, Desember 2024

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN JALAN ANGKUT TERHADAP BIAYA PRODUKSI DENGAN SIMULASI *SOFTWARE* HAULSIM DI PT INTI BARA PERDANA

Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, Juli 2024

Safrida Dwi Angraini, Dibimbing oleh Ir. Bochori, S.T., M.T., IPM., dan Bimbi Cahyaningsih, S.T., M.T. Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

xvi + 82 halaman, 19 gambar, 40 tabel, 66 lampiran

RINGKASAN

Kegiatan operasi pertambangan dan pemindahan *overburden* memerlukan jalan tambang sebagai penghubung lokasi-lokasi penting di wilayah tambang, sebaiknya desain dan konstruksi, geometri jalan tambang diperhatikan dan dibuat sesuai dengan kebutuhan alat angkut terbesar yang melintas di area tersebut. Fungsinya untuk mengurangi hambatan dan gangguan pada kegiatan operasi pengangkutan. Berdasarkan hasil observasi masih banyak terdapat segmen jalan yang belum memenuhi standar diantaranya jalan kurang lebar, *grade* melebihi 12%, dan *cross slope* masih belum sesuai, sehingga perlu dilakukan evaluasi dan analisis untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan peningkatan kecepatan alat angkut.

Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi analisa geometri jalan, dan faktor-faktor pengaruh kondisi jalan sehingga mengakibatkan jalan tersebut mengalami kerusakan maupun amblesan, serta mencari besar biaya yang dapat diefisiensi dan biaya yang dibutuhkan dalam memperbaiki *grade* jalan dan lebar jalan.

Penelitian dimulai dengan pengambilan data geometri jalan sebenarnya. Selanjutnya melakukan perbandingan dengan standar teoritis. Kemudian dilakukan dengan simulasi menggunakan *software* Haulsim untuk mengetahui besar persentase antara jalan sebelum diperbaiki, sesudah perbaikan, dan saat dilakukan perubahan jalan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan jalan angkut yang lebih efisien dapat menurunkan biaya produksi *overburden* secara signifikan. Analisis sensitivitas pada parameter-parameter jalan angkut, hasil simulasi ini memberi rekomendasi optimasi jalan angkut untuk setiap *fleet* guna memaksimalkan efisiensi biaya. Rata-rata pada jalan *existing* memakan biaya produksi sebesar Rp.22.180/bcm dan Rp 18.949/bcm setelah dilakukan perbaikan dimensi, serta Rp16.575/bcm untuk perubahan jalur angkut dengan menggunakan rencana kecepatan maksimal dari perusahaan sebesar 25 km/jam.

Kata Kunci: Geometri Jalan Angkut, Kecepatan, dan Produktivitas.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EFFECT OF CHANGES IN HAUL ROADS ON PRODUCTION COSTS WITH HAULSIM SOFTWARE SIMULATION AT PT INTI BARA PERDANA

Scientific paper in the form Of Skripsi, July 2024

Safrida Dwi Angraini; Supervised by Ir. Bochori, S.T., M.T., IPM., and Bimbi Cahyaningsih S.T, M.T. Department of Mining and Geological Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvi + 82 pages, 19 pictures, 40 table, 66 attachments

SUMMARY

Mining operations and overburden removal activities require mine roads to connect important locations in the mine area, the design and construction, geometry of mine roads should be considered and made according to the needs of the largest transport equipment passing through the area. Its function is to reduce obstacles and disturbances in transportation operations. Based on observations, there are still many road segments that do not meet the standards, including roads that are less wide, grade exceeds 12%, and cross slope is still not appropriate, so it is necessary to evaluate and analyze to improve safety, comfort, and increase the speed of the conveyance.

The methods used in this research include analyzing road geometry, and factors influencing road conditions that cause damage and subsidence, as well as finding the amount of costs that can be efficient and the costs required in improving road grade and road width.

The study began with the collection of actual road geometry data. Furthermore, comparisons were made with theoretical standards. Then a simulation was conducted using Haulsim software to determine the percentage between the road before repair, after repair, and when road changes were made.

The results show that changes to more efficient haul roads can significantly reduce overburden production costs. Sensitivity analysis on haul road parameters, the simulation results provide recommendations for haul road optimization for each fleet to maximize cost efficiency. On average, the existing road costs Rp.22,180/bcm and Rp.18,949/bcm after dimensional improvements, and Rp.16,575/bcm for the change in haul route using the company's maximum speed plan of 25 km/hour.

Keywords: Haul Road Geometry, Speed, and Productivity.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT PENULIS.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Masalah	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Geometri Jalan Tambang.....	6
2.1.1. Lebar Jalan Tambang.....	7
2.1.2. Jari–Jari Tikungan.....	9
2.1.3. <i>Superelevasi</i>	11
2.1.4. Kemiringan Jalan Angkut (<i>Grade Jalan</i>).....	12
2.1.5. <i>Cross Slope</i>	14
2.1.6. Daya Dukung Jalan Terhadap Beban yang Melintas.....	15
2.2. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat.....	17
2.2.1. <i>Rolling Resistance</i>	17
2.2.2. <i>Grade Resistance</i>	19
2.2.3. Koefisien Traksi (<i>Coefficient of Traction</i>).....	20
2.2.4. <i>Rimpull</i>	21
2.2.5. Faktor Efisiensi	22
2.2.6. Produktivitas Alat Angkut	24
2.2.7. <i>Swell Factor</i>	25
2.2.8. <i>Fill Factor</i>	26
2.2.9. Korelasi <i>Cycletime</i> Alat Gali–Muat (<i>Excavator</i>) dan Alat Angkut (<i>Dumptruck</i>).....	
2.2.10. Percepatan (<i>Acceleration</i>).....	28
2.2.11. <i>Match Factor</i>	28
2.2.12. Aspek Keselamatan Jalan Tambang	29
2.2.13. Faktor Beban (<i>Load Factor</i>).....	29
2.3. Penggunaan Bahan Bakar.....	30
2.3.1. Konsumsi Bahan Bakar.....	30
2.3.2. <i>Fuel Ratio</i>	30
2.4. Biaya Kepemilikan dan Biaya Operasi (<i>Owning & Operation Biaya</i>)	31
2.4.1. Biaya Pemilikan (<i>Owing Biaya</i>).....	31

2.4.2. Biaya Operasi (<i>Operating BDAFTAR ISI</i>).....	32
2.5. Penelitian Terdahulu.....	35
2.6. Haulsim.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	37
3.2. Metode Penelitian.....	39
3.2.1. Studi Literatur.....	39
3.2.2. Pengamatan Lapangan.....	39
3.2.3. Pengumpulan Data.....	40
3.2.4. Pengolahan Data.....	42
3.2.5. Analisis Data.....	43
3.2.6. Metode Penyelesaian Masalah.....	44
3.2.7. Kerangka Penelitian.....	45
3.2.8. Bagan Alir Penelitian.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1. Perbandingan Geometri Jalan.....	48
4.1.1. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i>	48
4.1.2. Kondisi Perbaikan Dimensi Jalan <i>Hauler</i>	55
4.1.3. Kondisi Perubahan Jalur Jalan <i>Hauler</i>	62
4.1.4. Algoritma Haulsim.....	67
4.2. Biaya Perbaikan Jalan.....	72
4.2.1. Target Perbaikan.....	72
4.2.2. Biaya Rekomendasi Perbaikan Jalan <i>Hauler</i>	73
4.2.3. Biaya Alat Sebenarnya.....	76
4.2.4. <i>Saving Cost</i>	77
4.3. Nilai <i>Payback Period</i>	77
4.3.1. Jalan <i>Existing</i> dengan Perbaikan Dimensi Jalan <i>Hauler</i>	78
4.3.2. Jalan <i>Existing</i> dengan Perubahan Jalur <i>Hauler</i>	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1. Kesimpulan.....	80
5.2. Saran.....	80
Daftar Pustaka.....	82
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Lebar Jalan Tambang Minimum (Suwandhi, 2004).....	7
2.2. Jari – Jari Tikungan Minimal (Suwandhi, 2004)	11
2.3. Nilai Sudut Kemiringan Terhadap <i>Grade</i> Jalan (Chatwin, 1991).....	14
2.4. Daya Dukung Material (Komatsu, Ltd, 1984)	15
2.5. Daya Dukung Material (Kaufman, W. W, 1977)	16
2.6. Faktor <i>Rolling Resistance</i> (Caterpillar, 1999).....	18
2.7. Kemiringan dan <i>Grade Resistance</i> (Partanto, 1996).....	19
2.8. Koefisien Traksi Berdasarkan Tipe dan Keadaan Tanah dan Jenis Roda (Tenriajeng, 2003)	21
2.9. <i>Sweel Factor</i> (Tentisukki, 2003).....	26
2.10. <i>Load – Specific Fuel Consumption</i> (Grandsberg, 2006).....	29
3.1. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir.....	37
3.2. Metode Penyelesaian Masalah	44
4.1. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 1	49
4.2. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 2	50
4.3. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 3	51
4.4. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 4	52
4.5. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 5	53
4.6. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 6	54
4.7. Perbaikan Dimensi Jalan <i>Fleet Overburden</i> 1	56
4.8. Perbaikan Dimensi Jalan <i>Fleet Overburden</i> 2	57
4.9. Perbaikan Dimensi Jalan <i>Fleet Overburden</i> 3	58
4.10. Perbaikan Dimensi Jalan <i>Fleet Overburden</i> 4	59
4.11. Perbaikan Dimensi Jalan <i>Fleet Overburden</i> 5	60
4.12. Perbaikan Dimensi Jalan <i>Fleet Overburden</i> 6	61
4.13. Perpindahan Jalur <i>Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 1.....	63
4.14. Perpindahan Jalur <i>Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 2.....	63
4.15. Perpindahan Jalur <i>Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 3.....	64
4.16. Perpindahan Jalur <i>Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 4.....	65
4.17. Perpindahan Jalur <i>Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 5.....	66
4.18. Perpindahan Jalur <i>Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i> 6.....	66
4.19. Konfigurasi <i>loader</i> dan <i>hauler</i>	67
4.20. Produktivitas <i>Overburdden</i> pada Jalan <i>Existing</i> Menggunakan Haulsim.....	68
4.21. Produktivitas <i>Overburdden</i> pada Perbaikan Dimensi Jalan Menggunakan Haulsim	69
4.22. Produktivitas <i>Overburdden</i> pada Perubahan Jalur Menggunakan Haulsim.....	70
4.23. Perbandingan Persentase Haulsim	71
4.24. Perhitungan Target Perbaikan	72
4.25. Perhitungan OOC <i>Motor Grader</i> 505	73
4.26. Perhitungan OOC <i>Vibratory Roller</i> SV 515	74
4.27. Biaya Produksi untuk Jalan <i>Existing Fleet Overburden</i> Blok 4	76
4.28. Biaya Produksi Setelah Dilakukan Rekomendasi Jalan di Blok 4.....	76
4.29. Penurunan Biaya Produksi Sebenarnya Setelah Rekomendasi Jalan di Blok 4.....	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Lebar Minimum Jalan Tambang (Suwandhi, 2004).....	7
2.2. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan (Kaufirman, 1977)	9
2.3. Jari-Jari Tikungan (Suwandhi, 2004).....	10
2.4. Superelevasi (Suwandhi, 2004).....	12
2.5. Perhitungan Kemiringan Jalan	13
2.6. Cross Slope (Awang Suwandi, 2004)	15
2.7. Rolling Resistance (Indonesianto, 2013)	17
2.8. Arah Grade Resistance/Asistance (Tenriajeng, 2003)	19
2.9. Fill Factor (Peurifoy, 2006).....	27
2.10. Flowchart Software Haulsim.....	36
3.1. Peta Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian	38
3.2. Kerangka Penelitian	46
3.3. Bagan Alir Penelitian	47
4.1. Segmen Jalan <i>Existing Hauling</i> pada <i>Fleet Overburden</i>	49
4.2. Perpindahan Jalur <i>Hauler Overburden</i>	62
4.3. Bentuk Jalan <i>Existing</i> dalam Simulasi Haulsim.....	68
4.4. Bentuk Perbaikan Dimensi Jalan <i>Hauler</i> dalam Simulasi Haulsim.....	69
4.5. Bentuk Perubahan Jalur <i>Hauler</i> dalam Simulasi Haulsim	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Spesifikasi Material dan Alat yang Digunakan.....	85
A.1. Spesifikasi Material	85
A.1.1. <i>Clay-Compaced</i>	85
A.1.2. <i>Clay-Wet</i>	85
A.2. Spesifikasi <i>Loader</i>	86
A.2.1. Komatsu PC 300-8.....	86
A.2.2. Caterpillar 390D.....	86
A.2.3. Caterpillar 374D.....	87
A.3. Spesifikasi <i>Hauler</i>	87
A.3.1. OHT Caterpillar 775F	87
A.3.2. OHT Caterpillar 773E.....	88
A.3.3. ADT Caterpillar 740	88
B. Waktu Kerja PT Inti Bara Perdana	89
B.1. Waktu Kerja Efektif.....	89
B.2. Waktu Kerja Tidak Efektif	89
C. Perhitungan Geometri Jalan <i>Hauler</i>	89
C.1. Lebar Jalan <i>Hauler</i>	89
C.1.1. Lebar Jalan <i>Hauler</i> pada Kondisi Lurus	89
C.1.2. Lebar Jalan <i>Hauler</i> pada Kondisi Tikungan	92
C.2. <i>Grade</i> Jalan <i>Hauler</i>	95
C.3. Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>)	95
C.4. Jari-Jari Tikungan	97
C.5. <i>Superelevasi</i>	98
C.6. Tanggul Pengaman (<i>Safety Berm</i>)	100
D. Kondisi Jalan <i>Existing Hauler</i>	101
D.1. Geometri Jalan <i>Existing Hauler</i>	101
D.1.1. Lebar pada Jalan <i>Existing Hauler</i>	101
D.1.2. <i>Grade</i> pada Jalan <i>Existing Hauler</i>	103
D.1.3. <i>Resistance</i> pada Jalan <i>Existing Hauler</i>	105
D.1.4. <i>Cross Slope</i> pada Jalan <i>Existing Hauler</i>	107
D.1.5. <i>Superelevasi</i> pada Jalan <i>Existing Hauler</i>	108
D.2. Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i>	109
E. Kondisi Perbaikan Dimensi Jalan <i>Existing Hauler</i>	111
E.1. Geometri Perbaikan Dimensi Jalan <i>Existing Hauler</i>	111
E.1.1. Perbaikan Dimensi Lebar Jalan <i>Existing Hauler</i>	111
E.1.2. Perbaikan Dimensi <i>Grade</i> Jalan <i>Existing Hauler</i>	113
E.1.3. Perbaikan Dimensi <i>Resistance</i> Jalan <i>Existing Hauler</i>	115
E.1.4. Perbaikan Dimensi <i>Cross Slope</i> Jalan <i>Existing Hauler</i>	117
E.1.5. Perbaikan Dimensi <i>Superelevasi</i> Jalan <i>Existing Hauler</i>	118
E.2. Perbaikan Dimensi Jalan <i>Existing Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i>	119
F. Kondisi Perpindahan Jalur <i>Hauler</i>	121
F.1. Geometri Perpindahan Jalan <i>Hauler</i>	121
F.1.1. Lebar pada Perpindahan Jalan <i>Hauler</i>	121
F.1.2. <i>Grade</i> pada Perpindahan Jalan <i>Hauler</i>	123
F.1.3. <i>Resistance</i> pada Perpindahan Jalan <i>Hauler</i>	124
F.1.4. <i>Cross Slope</i> pada Perpindahan Jalan <i>Hauler</i>	125

F.1.5. <i>Superelevasi</i> dan Jari-Jari Tikungan pada Perpindahan Jalan <i>Hauler</i>	126
F.2. Perpindahan Jalan <i>Hauler</i> pada <i>Fleet Overburden</i>	127
G. <i>Cycletime</i> Aktual	129
G.1. <i>Fleet Overburden</i> 1.....	129
G.1.1. <i>Cycletime</i> Komatsu PC 300 HD	129
G.1.2. <i>Cycletime</i> ADT Caterpillar 740	130
G.2. <i>Fleet Overburden</i> 2.....	130
G.2.1. <i>Cycletime</i> Caterpillar 390 D	130
G.2.2. <i>Cycletime</i> OHT Caterpillar 775 F.....	131
G.2.3. <i>Cycletime</i> OHT Caterpillar 773 E.....	132
G.3. <i>Fleet Overburden</i> 3.....	133
G.3.1. <i>Cycletime</i> Caterpillar 390 D	133
G.3.2. <i>Cycletime</i> OHT Caterpillar 775 F.....	133
G.4. <i>Fleet Overburden</i> 4.....	134
G.4.1. <i>Cycletime</i> Caterpillar 390 D	134
G.4.2. <i>Cycletime</i> OHT Caterpillar 773 E.....	135
G.5. <i>Fleet Overburden</i> 5.....	136
G.5.1. <i>Cycletime</i> Caterpillar 374D.....	136
G.5.2. <i>Cycletime</i> ADT Caterpillar 740	137
G.6. <i>Fleet Overburden</i> 6.....	137
G.6.1. <i>Cycletime</i> Caterpillar 374D.....	137
G.6.2. <i>Cycletime</i> ADT Caterpillar 740	138
H. Mechanical Availability	139
I. Target Perbaikan	139
I.1. Target Perbaikan Dimensi Jalan <i>Hauler</i>	139
I.2. Target Perpindahan Jalur <i>Hauler</i>	142
J. <i>Costing</i> Alat yang Digunakan.....	144
J.1. <i>Costing Loader</i>	144
J.1.1. Komatsu PC 300-8.....	144
J.1.2. Caterpillar 390D	144
J.1.3. Caterpillar 374D	145
J.2. <i>Costing Hauler</i>	145
J.2.1. OHT Caterpillar 775F	145
J.2.2. OHT Caterpillar 773E	146
J.2.3. ADT Caterpillar 740.....	146
K Data Input Haulsim	147

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Inti Bara Perdana merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak di industri pertambangan batubara. Secara geografis terletak pada koordinat antara $102^{\circ}29'55,00''$ sampai dengan $102^{\circ}31'46,80''$ Bujur Timur dan di antara $03^{\circ}44'12,88''$ sampai dengan $03^{\circ}46'15,57''$ Lintang Selatan.

Target produksi batubara pada bulan Februari 2024 yaitu sebesar 76.896 ton sedangkan target produksi *overburden* yaitu sebesar 882.371 BCM. Terdapat 3 *site* yang dikerjakan oleh PT Inti Bara Perdana di *site* blok 4 yang terdiri dari 2 pit batubara dan 6 pit *overburden* menerapkan metode *open pit*. Metode *open pit* adalah metode pada tambang terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan batubara yang penambangannya dilakukan dari permukaan yang relatif mendatar menuju ke arah bawah di mana endapan batubara berada. Metode *open pit* digunakan pada blok 4 dikarenakan sudut *dip* dari pelapisan *seam* batubara pada area penambangan yang relatif miring, sehingga perlu dibentuk satu atau beberapa *bench* untuk mengeksploitasi batubara pada *seam* tersebut.

Lapisan *overburden* yang menutupi batubara dan lapisan *interburden* didominasi oleh *dried mud*, *clay*, *sand clay*, dan *sand stone* yang tidak terlalu keras sehingga tidak memerlukan kegiatan *blasting* dan dapat langsung digali langsung dengan *bucket excavator*.

Terdapat enam pit *overburden* dengan jarak angkut bervariasi antara 816 m hingga 1.232 m. Proses pengupasan *overburden*, PT Inti Bara Perdana memanfaatkan kombinasi alat muat dan alat angkut. Alat muat yang digunakan meliputi *excavator* Komatsu P 300-8, Caterpillar 390D, dan Caterpillar 374 D. Sementara itu, alat angkut terdiri dari *off highway dumptruck* Caterpillar 775 F dan 773 E, serta *articulated dumptruck* Caterpillar 470. Metode yang diterapkan pada keenam pit ini adalah *top loading* dengan posisi pemuatan *single spotting*. Setelah tahap penggalian dan pemuatan *overburden* selesai dilakukan, material tersebut akan diangkut ke area pembuangan terdekat.

Jalan *hauling* pada tambang merupakan salah satu hal yang penting dalam suatu penambangan agar produksi dari usaha penambangan tersebut berjalan dengan lancar. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, geometri jalan sebagian besar masih tidak optimal

atau belum memenuhi standar yang ada, seperti adanya *grade* jalan melebihi 12%, lebar jalan kurang, hingga banyaknya segmen jalan yang rusak sehingga berdampak pada biaya operasional. Geometri jalan tambang dapat menentukan konsumsi bahan bakar, *interval maintenance* alat berat, serta seberapa kecepatan maksimal alat berat dapat berjalan yang pada akhirnya akan berdampak signifikan terhadap biaya angkut.

Faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah penggunaan alat di lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan di site blok 4 penggunaan alat di lapangan kurang optimal dikarenakan banyaknya alat muat yang menunggu. Sehingga sudah bisa dipastikan bahwa produksi tidak akan besar dan efisien. Selain faktor unit alat angkut yang digunakan sedikit, bisa juga disebabkan oleh geometri jalan yang buruk sehingga waktu *time travel* pada alat menjadi banyak/lama. Efek dari waktu yang terbuang juga adalah tidak optimalnya produksi.

Rusaknya jalan tidak hanya mempengaruhi hasil produktivitas saja, tetapi juga menyangkut aspek keselamatan pekerja. Berdasarkan hasil pengamatan jalan yang dilakukan ada beberapa segmen jalan yang masih tidak memenuhi kriteria minimum/maksimum aspek jalan yang aman yaitu *grade jalan*, *cross slope*, lebar pada jalan lurus, lebar pada jalan tikungan, dan *superelevasi*. Keselamatan dan keamanan sangat penting dikarenakan jika terdapatnya sebuah kecelakaan maka produksi juga akan dihentikan sampai investigasi selesai, dan ini juga akan merugikan perusahaan.

Dalam usaha meningkatkan produksi dengan cara memperbaiki jalan, geometri jalan memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap biaya operasi. Namun, pada penerapannya masih terdapat geometri jalan belum memenuhi kriteria minimum/maksimum aspek jalan yang aman. Oleh karena itu perusahaan perlu menganalisis geometri jalan, faktor – faktor pengaruh kondisi jalan agar dapat meningkatkan produksi dan menghemat biaya operasi. Langkah evaluasi yang dilakukan adalah dengan menganalisis geometri jalan dan pengaruhnya terhadap kinerja alat angkut.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kondisi geometri jalan angkut, untuk itu penulis mengangkat sebuah studi kasus dengan judul “Analisis Pengaruh Perubahan Jalan Angkut Terhadap Biaya Produksi Menggunakan *Software Haulsim* di PT Inti Bara Perdana”. Analisis ini menggunakan simulasi *software Haulsim* karena ada spesifikasi alat yang digunakan dalam penelitian tidak tersedianya penjelasan berhubungan antara *rimpull*, *grade resistance*, *rolling resistance*, dan *speed (performance handbook)*. Penggunaan simulasi *software Haulsim* dapat memudahkan dalam mengetahui pengaruh

perubahan dari perbaikan jalan tersebut terhadap *cycletime* alat angkut dan produktivitas serta biaya yang harus dikeluarkan saat produksi.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat beberapa segmen jalan belum optimal dan tidak sesuai dengan standar.
2. Terdapat beberapa alat yang menganggur serta tidak optimal dalam waktu kerjanya seperti *loader* yang menunggu *hauler* lama.
3. Tidak optimalnya produksi yang terdapat pada PT Inti Bara Perdana.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, agar penelitian ini dapat dilakukan secara terstruktur, terorganisir dan mencapai sasarannya, maka perlu adanya batasan masalah antara lain:

1. Jalan yang diteliti hanya jalan *hauling overburden* blok 4 dari *loading point* ke *dumping area*
2. Perhitungan simulasi produksi hanya menggunakan *software* Haulsim
3. Perbaikan jalan hanya mencakup kemiringan jalan ataupun pengalihan jalan.
4. Penelitian ini hanya mengevaluasi lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, *superelevasi*, *cross slope*, dan *resistance*.
5. Penentuan *grade* jalan maksimum disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku di PT Inti Bara Perdana yaitu 12%.
6. Perbaikan jalan hanya mencakup kemiringan jalan ataupun pengalihan jalan (radius tikung).
7. Tidak mendalami mengenai material yang diteliti seperti kekerasan dan ganesa dari batuan tersebut.
8. Alat angkut yang penulis amati untuk menghitung geometri jalan tambang yaitu OHT 775, OHT 773, dan ADT 740.
9. Perbaikan jalan hanya menggunakan alat berat *Grader 505* dan *Vibratory roller SV 515*.
10. Penelitian yang dilakukan dibatasi sampai perhitungan penurunan biaya angkut.
11. Hanya berfokus untuk menghitung biaya produksi pada *hauler*.

12. Tidak menghitung secara rinci biaya produksi *loader*

1.4. Rumusan Masalah

Berikut permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan geometri jalan sebelum dan setelah mengalami perubahan pada jalan angkut produksi PT Inti Bara Perdana?
2. Berapa biaya perbaikan jalan yang dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut dan biaya kepemilikan dan operasi yang dapat diselamatkan dengan adanya perubahan jalan yang dilakukan?
3. Bagaimana estimasi nilai *payback period* untuk mengembalikan biaya perubahan jalan tersebut?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini, ialah sebagai berikut:

1. Membandingkan kemampuan pengangkutan *overburden* pada alat angkut secara aktual dan saat setelah dilakukan perbaikan jalan angkut menggunakan simulasi haulsim di PT Inti Bara Perdana.
2. Mendapatkan estimasi biaya kepemilikan dan produksi yang dapat diselamatkan (*saving cost*) apabila dilakukan perbaikan jalan.
3. Mendapatkan nilai estimasi *payback period* untuk mengembalikan biaya perbaikan jalan yang akan ditutup atau dibayar dengan biaya kepemilikan dan produksi yang diselamatkan (*saving cost*).

1.6. Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini:

1. Bagi Mahasiswa

Mahasiswa dapat menerapkan ilmu-ilmu pertambangan yang sudah dipelajari di sela perkuliahan terutama tentang pemindahan tanah mekanis, dan dapat menambah pengetahuan tentang pengaruh perubahan jalan angkut terhadap konsumsi bahan bakar.

2. Bagi Perusahaan

Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan kontribusi dan menjadi sumber informasi atau masukan sebagai bahan pertimbangan untuk diterapkan dalam kegiatan penambangan.

3. Bagi Program Studi

Dapat menjalin hubungan baik dengan perusahaan tempat mahasiswa menyelesaikan tugas akhir, dapat diarsipkan di perpustakaan, dan menjadi pedoman bagi mahasiswa program studi Teknik Pertambangan dan Geologi Universitas Sriwijaya untuk menambah pengetahuan dan pemahamannya.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1990). "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets." 7th Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO (2001). "*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.*" Washington, D.C.
- Basuki, Susanto, & Nurhakim (2004). "*Modul Ajar dan Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis.*" Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Lampung Mangkurat, Banjarbaru.
- Blatt, Harvey. (1996). "*Petrology: Igneous, Sedimentary, and Metamorphic.*" New York: W.H. Freeman.
- Bruce A, Kennedy (1990). "*Surface Mining.*" Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Caterpillar (2017). "*Caterpillar Performance Handbook Edition 26nd Peoria.*" Illinois, Caterpillar Inc.
- Chatwin, S. C. (1991). "*A Guide for Management of Landslide – Prone Terrain in the Pacific Northwest Land, Handbook 19.*" Victoria: Crown Publications Inc.
- Dicky, Savendra (2018). "*Analisis Hubungan Total Resistence dan Kecepatan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dumptruck Komatsu HD 785 dan Caterpillar HD 777 di PT Semen Padang.*" Padang: Universitas Negeri Padang.
- Eugene. P, Pfeleider (1972). "*Surface Mining 1 st Edition.*" The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum engineers, New York.
- Gentry, Thomas J. O'Neil, (1984). "*Mine Investment Analysis.*" Society of Mining Engineers of American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
- Gransberg, Douglas D. (2006). "*Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners.*" Florida: Taylor & Francis Group.
- Hadi, E.R, Inmarlinianto, & Gunawan, K. (2015). "*Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut untuk Mengoptimalkan Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di Pit UW PT Borneo Alam Semesta Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan.*" Jurnal Teknologi Pertambangan. Vol.1: No.1.
- Hartman, H. L. (1987). "*Introductory Mining Engineering.*" Alabama: The University of Alabama.

- Hartono, W. (2005). *“Pemindahan Tanah Mekanis (Alat – Alat Berat).”* Cetakan 1, Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) UNS dan UPT Penerbitan dan Percetakan UNS (UNS Pers): Surakarta.
- Haryanto, D. (2010). *“Evaluasi Ekonomi Proyek Mineral.”* Yogyakarta: UPN Yogyakarta.
- Indonesianto, Yanto (2005). *“Pemindahan Tanah Mekanis.”* Yogyakarta: UPN Yogyakarta.
- Kaufman, Walter W & Ault, James C. (1977). *“Desain of Surface Mine Haulage Roads – A Manual.”* Pittsburch: National Institute for Occupation Safety and Health.
- Klanfar, Mario (2016). *“Fuel Consumption and Engine Load factors of Equipment in Quarrying of Crushed Stone.”* Croatia: University of Zagreb.
- Komatsu (2007). *“Specification and Application Handbook 28th Edition.”* Komatsu Ltd.
- Merlin, Nabella (2016). *“Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Fuel Ratio pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit di PT Gunung Sampurna Makmur Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor Jawa Barat.”* Universitas Islam Bandung : Jurnal Prosidang Teknik Pertambangan.
- Nabar Darmansyah, Drs (1998). *“Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat.”* Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Otoritas Jasa Keuangan (2024). *“Suku Bunga Dasar Kredit (SBDK) Bank Umum Konvensional di Indonesia Juni 2024.”* Diakses 28 Juni 2024, dari <https://www.ojk.go.id/id/kanal/perbankan/Pages/Suku-Bunga-Dasar.aspx>.
- Pemerintah Indonesia. *Kepmen ESDM No. 1827 K Tahun 2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 30.* Jakarta: Sekretariat Negara.
- PT Inti Bara Perdana. (2022). *“Dokumen Neraca Sumber daya dan Cadangan Batubara.”* Bengkulu.
- Peurifoy, R. L. (1956), *“1902 -Construction Planning, Equipment, And Methods.”* New York: McGraw – Hill.
- Partanto, P. (1996). *“Pemindahan Tanah Mekanis.”* Jurusan Teknik Pertambangan ITB. Bandung ; Institut Teknologi Bandung.
- Regensburg, Bruce & Tannant, Dwayne. (2001). *“Guideline for Mine Haul Road Design.”* Okanagan: University of British Columbia.
- Rochmanhadi. (1982). *Álat-Alat Berat dan Penggunaannya.”* Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Silvia. S. (1999). *“Dasar-Dasar Perencanaan Geometri Jalan.”* Nova, Bandung.

- Soofastaei, A., Aminossadati, S. M., Kizil, M. S., & Knights, P. (2016). *“Reducing Fuel Consumption of Haul Trucks in Surface Mines Using Artificial Intelligence Models.”* Conference: University of Wollongong.
- Suwandhi, Awang Ir., M.Sc., (2004). *“Perencanaan Jalan Tambang.”* Bandung: Universitas Islam Bandung.
- Tannant, Dwayne D. Regensburg. Bruce. (2001). *“Guideline for Mine Haul Road Design.”* Okanagan: University of British Columbia
- Tenriajeng, T. A. (2003). *“Pemindahan Tanah Mekanis.”* Guna Darma: Jakarta.
- W. Hustrulid, M. Kuchta, & R. Martin. (2013). *“Open Pit Mine Planning and Design 3rd Edition.”* New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Yadav, P. K., Kumar, R., Raj B. S., & Rahul K. S., (2016). *“Design of Surface Mine Haul Road.”* IJSTE Vol.2.