

Kajian Geometri Jalan Terhadap Peningkatan Produktivitas Alat Angkut *Overburden* pada Penambangan Batubara PT Putra Perkasa Abadi Site AMI, Desa Muara Tuhup, Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah

Nopayanti *, Zaenal, Linda Pulungan

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*ynova6420@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com, linda.lindahas@unisba.ac.id

Abstract. PT Putra Perkasa Abadi is a company engaged in mining services located in Muara Tuhup Village, Laung Tuhup District, Murung Raya Regency, Central Kalimantan Province. Based on the actual geometry in the field, there is a transportation road geometry that is not up to standard, resulting in the failure to achieve the production target for overburden transportation of 207,064.70 tons/month. The research aims to analyze the calculation of the transportation road geometry from the Danum Pit to the Disposal South, including the width of straight roads and curves, cross slope, road grade, superelevation, and curvature radius based on the Ministerial Decree 1827/K/30/MEM/2018 and AASHTO. The research findings indicate a discrepancy in the road geometry, with 3 road segments having a grade exceeding 8%, while 5 out of 8 straight road segments and 5 out of 7 curve segments have widths below standard. Cross slope and superelevation are also below standard, with 4 segments of cross slope greater than 4% and 3 curves having superelevation of less than 4%. As a result, the actual transportation production is only 134,772.38 Tons/Month against a target of 207,064.70 tons/month. After simulating road geometry improvements, transportation production increased to 217,454.17 Tons/Month.

Keywords: AASHTO, *Mine Road Geometry, Overburden Production.*

Abstrak. PT Putra Perkasa Abadi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa penambangan yang terletak di Desa Muara Tuhup, Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Berdasarkan geometri aktual di lapangan terdapat geometri jalan angkut yang belum standar, sehingga menyebabkan target produksi pengangkutan overburden 207.064,70 Ton/Bulan tidak tercapai. Adapun tujuan penelitian yang dilakukan yaitu analisis perhitungan geometri jalan angkut dari Pit Danum menuju Disposal South meliputi lebar jalan lurus dan tikungan, crossslope, grade jalan, superelevasi dan jari-jari tikungan berdasarkan Kepmen 1827/K/30/MEM/2018 dan AASHTO. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan ketidaksesuaian geometri jalan, Terdapat 3 segmen jalan memiliki grade lebih 8%, sementara 5 dari 8 segmen jalan lurus dan 5 dari 7 segmen tikungan memiliki lebar dibawah standar. Cross slope dan superelevasi juga dibawah standar, dengan 4 segmen cross slope >4% dan 3 tikungan memiliki superelevasi <4%. Sehingga produksi pengangkutan aktual hanya 134.772,38 Ton/Bulan dari target 207.064,70 ton/bulan. Setelah dilakukanya simulasi perbaikan geometri jalan produksi pengangkutan mengalami peningkatan sebesar 217.454,17 Ton/Bulan.

Kata Kunci: AASHTO, *Geometri Jalan Tambang, Produksi Overburden.*

A. Pendahuluan

PT Putra Perkasa Abadi merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa penambangan yang terletak di Desa Muara Tuhup, Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Salah satu layanan utama PT Putra Perkasa Abadi adalah pemindahan lapisan tanah penutup (overburden removal) sebelum proses pengambilan batubara dilakukan. Kegiatan penambangan tersebut dilakukan di Site Adaro Minerals Indonesia (AMI), Kabupaten Murung Raya,

Provinsi Kalimantan Tengah. Dalam kegiatan penambangan saat ini target produksi overburden belum tercapai yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 207.064,70 Ton/Bulan. Salah satu penyebab tidak tercapainya target produksi adalah geometri jalan angkut yang belum memenuhi standar sehingga waktu edar yang lebih lama.

Untuk menjamin kelancaran dan efisiensi operasional, geometri jalan tambang harus memenuhi standar teknis sebagaimana diatur dalam Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 serta mengacu pada teori AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Kriteria geometri jalan tersebut mencakup lebar jalan lurus dan tikungan minimal 3 kali setengah lebar alat angkut terbesar, kemiringan jalan kurang dari 12%, cross slope lebih dari 4%, serta superelevasi sebesar 4%. Kondisi jalan yang telah memenuhi standar akan meningkatkan produksi alat angkut sehingga waktu edar optimal.

Penelitian ini dilakukan sebagai upaya peningkatan produksi yaitu melakukan kajian dan evaluasi mengenai geometri jalan tambang terhadap produksi alat angkut dalam proses pengangkutan overburden dengan jarak 2,13 Km dari Pit Danum menuju Disposal South. Berdasarkan hal tersebut, dapat mengetahui sejauh mana pengaruh geometri jalan terhadap produksi alat angkut dalam mencapai target produksi pengangkutan. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan masukan teknis dan rekomendasi perbaikan bagi perencanaan dan pengelolaan jalan operasional di lapangan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perumusan masalah dalam penelitian ini meliputi: “Bagaimana geometri jalan aktual dari Pit Danum menuju Disposal South?”, “Berapa produksi alat angkut yang dihasilkan sebelum dilakukan perbaikan geometri jalan?”, “Bagaimana upaya perbaikan geometri jalan dan hasil simulasi geometri jalan terhadap produksi alat angkut setelah dilakukan perbaikan?”, “Berapa produksi setelah perbaikan geometri jalan?”. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini antara lain adalah: (1) Bagaimana geometri jalan aktual dari Pit Danum menuju Disposal South, (2) Mengetahui produksi alat angkut yang dihasilkan sebelum dilakukan perbaikan geometri jalan, (3) Mengetahui upaya perbaikan geometri jalan dan hasil simulasi geometri jalan terhadap produksi alat angkut setelah dilakukan perbaikan. Mengetahui produksi setelah perbaikan geometri jalan.

B. Metode

Metode penelitian yang diterapkan adalah metode kuantitatif, di mana proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis dan terstruktur dengan mengambil data secara langsung dari lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi geometri jalan, seperti kemiringan jalan, lebar jalan, superelevasi, crosslope dan jari-jari tikungan. Pendekatan ini dapat menganalisis data secara objektif dan memberikan gambaran yang jelas serta terukur mengenai kondisi yang ada. Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian terapan, karena menghasilkan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai solusi praktis terhadap masalah yang ditemukan selama pengamatan di lapangan. Metodologi dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Teknik Pengambilan Data

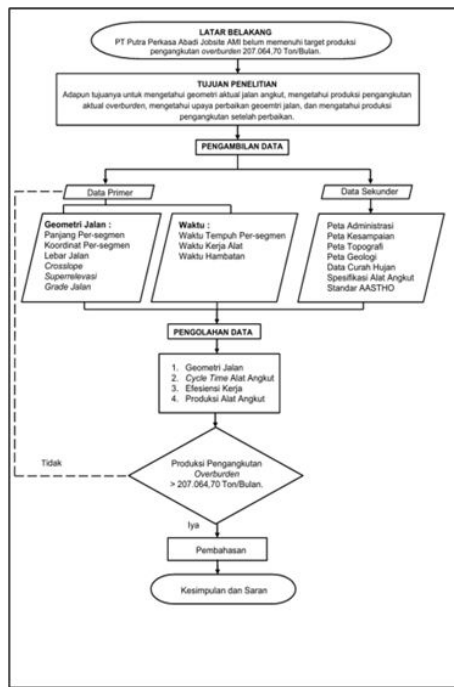
Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, studi literatur dan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian. Teknik pengambilan data terbagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

2. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan hasil perhitungan data primer dan sekunder berdasarkan standar Kepmen ESDM No.1827/K/MEM/2018 dan AASTHO, dengan persamaan teori Pemindahan Tanah Mekanis.

3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data menggunakan metode komparatif dengan menganalisis perbandingan data aktual dan standar berdasarkan Kepmen ESDM No.1827/K/MEM/2018 dan AASTHO. Penelitian ini menghasilkan rekomendasi perbaikan untuk mencapai target produksi overburden.

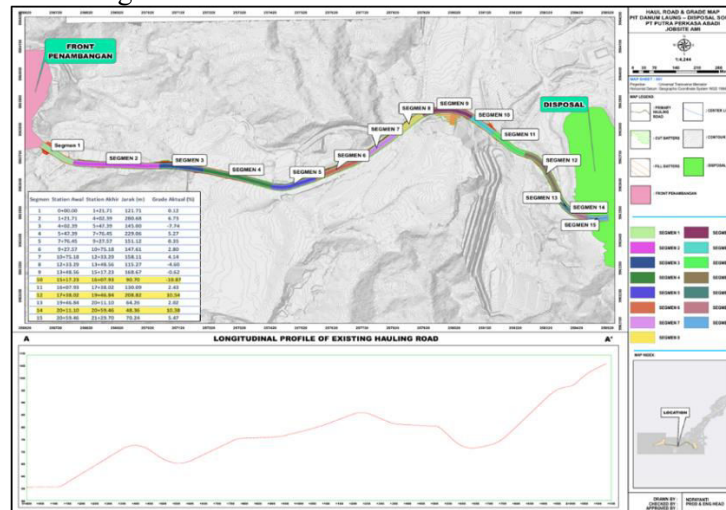


Gambar 1. Metodologi Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Geometri Jalan Angkut Overburden

Kegiatan ini Front Penambangan Pit Danum menuju disposal South. Pengukuran ini mencakup panjang lintasan jalan, elevasi setiap titik koordinat, serta kondisi fisik jalan yang memengaruhi produktivitas alat angkut. Proses pengamatan geometri jalan angkut, jalur hauling dibagi menjadi 15 segmen sepanjang 2,13 Km, berdasarkan perubahan elevasi dan kontur topografi yang signifikan disepanjang jalur. Pembagian ini bertujuan agar setiap segmen dapat dianalisis secara lebih detail terkait kemiringan Jalan, kemiringan melintang (cross slope), lebar jalan, serta superelevasi dan radius tikungan.



Gambar 2. Peta Segmen Jalan

Lebar Jalan Angkut

1. Lebar Jalan Lurus

Berdasarkan perhitungan lebar jalan lurus ideal minimum yang disyaratkan yaitu 11,750 meter. Berdasarkan Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, lebar jalan dua arah ditentukan minimal 3,5 kali lebar kendaraan yang digunakan.

Lmin

$$\begin{aligned}
 &= 3,5 \times W_t \\
 &= 3,5 \times 2,5 \text{ m} \\
 &= 8,75 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Namun perlu penambahan clear space 1,5 meter pada masing-masing sisi, total 3 meter sebagai jarak aman. Lebar jalan dengan clear space = 8,75 m + 3 m = 11,75 meter.

2. Lebar Jalan Tikungan

Pada tikungan, lebar standar pada 13,54 meter, mempertimbangkan radius belok dan overhang kendaraan berat.

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak jejak roda (U)} &= 2 \text{ meter} \\
 \text{Sudut Penyimpangan} &= 26,53^\circ \\
 \text{Lebar jantai depan (Fa)} &= A_d \times \alpha = 1,56 \text{ m} \times \sin 26,53^\circ = 0,69 \text{ meter} \\
 \text{Lebar jantai belakang (Fb)} &= A_b \times \alpha = 1,43 \text{ m} \times \sin 26,53^\circ = 0,65 \text{ meter} \\
 \text{Lebar bagian tepi jalan (C) dan Jarak Kendaraan (Z)} \\
 Z = C = 0,5 \times (U + F_a + F_b) &= Z = 0,5 \times (2,00 + 0,69 + 0,65) = 1,72 \text{ meter} \\
 W_{\text{minimum}} = W = 2 \times (2 + 0,69 + 0,65 + 1,72) + 1,72 &= 12,04 \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

Namun perlu dilakukan penambahan ruang bebas (clear space) 1,5 meter pada bagian sisi luar tikungan, sehingga total lebar jalan tikungan 13,540 meter.

Kemiringan Jalan

Berdasarkan kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 batas kemiringan jalan sebesar 12%. Namun perusahaan menggunakan batas maximum grade sebesar 8% sebagai standar acuan keamanan operasional kendaraan. Pengolahan data menggunakan rumus berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak Miring} &= 121,72 \text{ m} \\
 \text{Jarak Datar} &= \sqrt{\text{Jarak miring}^2 - \text{Beda Tinggi}^2} \\
 &= \sqrt{121,72^2 - 0,15^2} \\
 &= 121,71 \text{ m} \\
 \text{Grade (\%)} &= \frac{\text{Beda Tinggi (m)}}{\text{Jarak Datar (m)}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,15 \text{ m}}{121,71 \text{ m}} \times 100\% \\
 &= 0,12\%
 \end{aligned}$$

Kemiringan Melintang (Crossslope)

Berdasarkan ketentuan AASHTO bahwa nilai crossslope yang baik itu sebesar 4%. Pengolahan data menggunakan rumus berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Cross Slope (a-b)} \\
 \text{Cross Slope (\%)} &= \frac{0,280}{7,451} \times 100 \% = 3,76\% \\
 \text{Cross Slope (b-c)} \\
 \text{Cross Slope (\%)} &= \frac{0,260}{7,451} \times 100 \% = 3,49\%
 \end{aligned}$$

Superelevasi

Berdasarkan ketentuan AASHTO nilai superelevasi pada angka 4%, 6%, 8%, 10% dan 12%, namun Perusahaan menetapkan 4 % dengan kecepatan 40 km/jam.

$$\text{Superelevasi Aktual} = \frac{0,50}{12,52} \times 100 \% = 3,99\%$$

Jari-jari Tikungan

Untuk kendaraan Mercedes-Benz Axor dan Arocs, radius minimal sekitar 37 meter diperlukan agar maneuver tetap aman. Dari data yang diperoleh, sebagian besar tikungan menunjukkan radius aktual yang sesuai dari nilai rancangan. Pengolahan data menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien gesek lateral (f)} &= 0,3 \\
 \text{Kecepatan rencana (V)} &= 40 \text{ km/jam} \\
 \text{Superelevasi aktual (e)} &= 3,99\% = 0,039 \\
 \text{Jari-jari tikungan (R)} &= 40^2 / (127 \times (0,0399 + 0,3)) = 37,06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Geometri Jalan

Segmen	Lebar Jalan Angkut (m)		Grade (%)	Cross Slope (%)		Superelevasi (%)
	Lurus	Tikungan		a-b	b-c	
1		12,516	0,12			3,99
2	14,901		6,37	3,76	3,49	
3	9,852		-7,74	4,06	4,47	
4		10,953	5,27			6,39
5	10,175		0,35	3,93	3,34	
6	7,659		2,80	5,22	4,7	
7	9,892		4,14	4,62	4,45	
8		12,859	-4,60			3,89
9		11,429	-0,62			4,37
10	10,224		-10,87	4,5	3,91	
11		16,56	2,43			3,02
12	18,886		10,54	3,6	3,07	
13		12,67	2,02			0,79
14		17,001	10,38			2,94
15	14,56		5,47	5,59	5,41	

Sumber : Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Cycle Time

Waktu edar atau cycle time 3 tipe alat angkut yang dianalisis yaitu DT Axor 2528 (141), DT Arocs 4040 (018), dan DT Arocs 4042 (021). Hasil pengukuran waktu edar (cycle time) tiga tipe alat angkut yang beroperasi pada jalur hauling dari front penambangan PIT Danum menuju Disposal menunjukkan perbedaan performa. Dalam kegiatan pemindahan tanah mekanis (PTM), cycle time (CT) dihitung dengan rumus umum:

1. DT Axor 2528 C (141)

CT = Kembali Kosong + *Maneuver Loading* + *Loading* + Kembali Isi + *Maneuver Dumping* + *Dumping*

CT = 6,18 + 0,83 + 1,76 + 11,21 + 0,80 + 0,81 = 21,59 menit

2. DT Arocs 4040 K (018)

CT = 6,08 + 0,75 + 2,00 + 7,89 + 0,80 + 0,77 = 18,30 menit

3. DT Arocs 4042 K (021)

CT = 5,92 + 0,79 + 2,00 + 7,20 + 0,79 + 0,76 = 17,46 menit

Tabel 2. Cycle Time

Aktual		DT Axor 2528 C (141)					
Ket	Kembali K (Menit)	Manuver K (Menit)	Loading (Menit)	Kembali I (Menit)	Manuver I (Menit)	Dumping (Menit)	Total CT (Menit)
Total	173,08	23,34	49,21	314,01	22,35	22,61	604,60
Rata - Rata	6,18	0,83	1,76	11,21	0,80	0,81	21,59
Perbaikan							
Ket	Kembali K (Menit)	Manuver K (Menit)	Loading (Menit)	Kembali I (Menit)	Manuver I (Menit)	Dumping (Menit)	Total CT (Menit)
Total	106,96	22,19	49,21	313,32	21,25	22,61	535,54
Rata - Rata	3,82	0,79	1,76	11,19	0,76	0,81	19,13

Aktual		DT Arocs 4040 K (018)					
Ket	Kembali K (Menit)	Manuver K (Menit)	Loading (Menit)	Kembali I (Menit)	Manuver I (Menit)	Dumping (Menit)	Total CT (Menit)
Total	170,22	21,13	56,03	220,85	22,39	21,67	512,29

Rata - Rata	6,08	0,75	2,00	7,89	0,80	0,77	18,30
Perbaikan							
Ket	Kembali K (Menit)	Manuver K (Menit)	Loading (Menit)	Kembali I (Menit)	Manuver I (Menit)	Dumping (Menit)	Total CT (Menit)
Total	104,05	20,01	56,03	178,30	21,27	21,67	401,33
Rata - Rata	3,72	0,71	2,00	6,37	0,76	0,77	14,33

Aktual							
DT Arocs 4042 K (021)							
Ket	Kembali K (Menit)	Manuver K (Menit)	Loading (Menit)	Kembali I (Menit)	Manuver I (Menit)	Dumping (Menit)	Total CT (Menit)
Total	165,74	22,07	56,02	201,54	22,10	21,35	488,82
Rata - Rata	5,92	0,79	2,00	7,20	0,79	0,76	17,46
Perbaikan							
Ket	Kembali K (Menit)	Manuver K (Menit)	Loading (Menit)	Kembali I (Menit)	Manuver I (Menit)	Dumping (Menit)	Total CT (Menit)
Total	104,42	20,94	56,02	147,54	20,97	21,35	371,24
Rata - Rata	3,73	0,75	2,00	5,27	0,75	0,76	13,26

Sumber : Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Produksi Alat Angkut

Perbedaan produktivitas tidak hanya disebabkan spesifikasi teknis, tetapi juga faktor efisiensi seperti cycle time, efisiensi kerja, dan kecepatan operasional yang dipengaruhi kondisi jalan.

Untuk DT Axor 2528 C sebagai berikut:

Produksi = $Pa1 \times \text{Jumlah Alat} \times Wp = 30,95 \times 2 \times 11 = 681,00 \text{ Ton/Hari}$
 = 19.068,09 Ton/Bulan

DT Arocs 4040 K sebagai berikut:

Produksi = $Pa1 \times \text{Jumlah Alat} \times Wp = 52,37 \times 3 \times 11 = 1.728,07 \text{ Ton/Hari}$
 = 48.385,91 Ton/Bulan

DT Arocs 4042 K sebagai berikut:

Produksi = $Pa1 \times \text{Jumlah Alat} \times Wp = 72,86 \times 3 \times 11 = 2.404,23 \text{ Ton/Hari}$
 = 67.318,38 Ton/Bulan

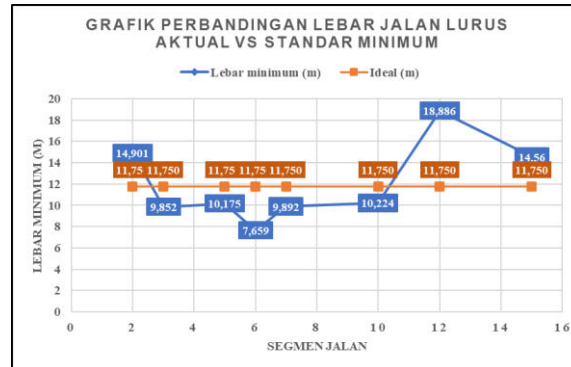
Jadi total produksi aktual 3 tipe alat angkut sebagai berikut :

= 19.068,09 Ton/Bulan + 48.385,91 Ton/Bulan + 67.318,38 Ton/Bulan = 134.772,38 Ton/Bulan

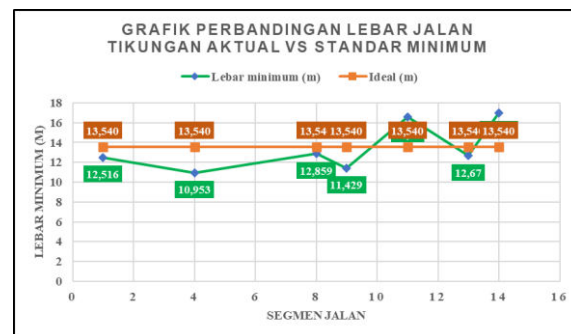
Analisis dan Pembahasan

Lebar Jalan Angkut

Pengamatan lebar jalan pada kondisi lurus mengungkapkan bahwa dari 8 segmen jalan lurus yang diukur, 5 segmen memiliki lebar dibawah standar minimum 11,75 meter yang direkomendasikan. Ketidaksesuaian lebar tikungan teridentifikasi 5 dari 7 segmen tidak memenuhi standar minimum ideal 13,540 meter.



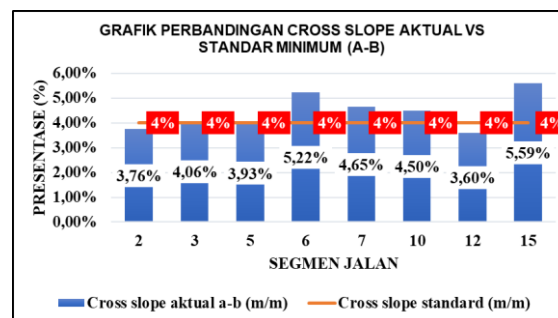
Gambar 3. Lebar Jalan Lurus



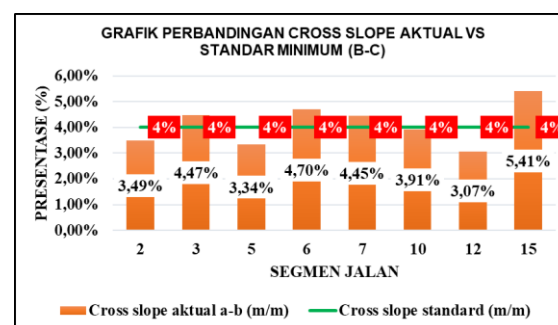
Gambar 4. Lebar Jalan Tikungan

Cross Slope

Ketidaksesuaian ini bukan hanya berupa nilai di bawah standar, tetapi juga nilai yang melebihi standar, segmen 15 memiliki cross slope 5,59% (a-b) dan 5,41% (b-c), jauh di atas standar 4% yang direkomendasikan.



Gambar 5. Cross Slope (a-b)

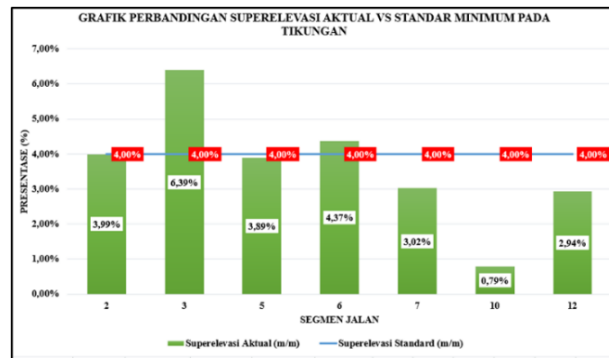


Gambar 6. Cross Slope (b-c)

Superelevasi

Superelevasi pada tikungan menunjukkan bahwa tikungan tidak memenuhi standar 4% yang direkomendasikan, 4 segmen memiliki superelevasi dibawah standar dan 3 segmen berada di atas

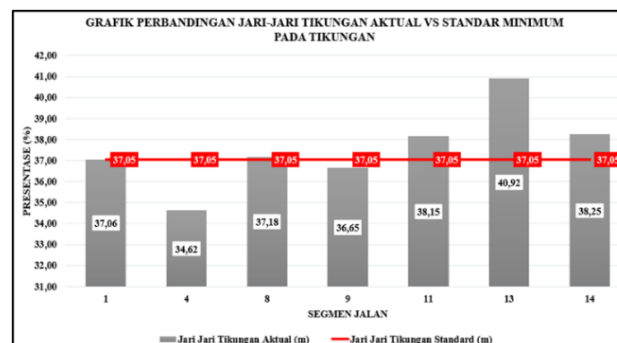
standar.



Gambar 7. Superelevasi

Jari-jari tikungan

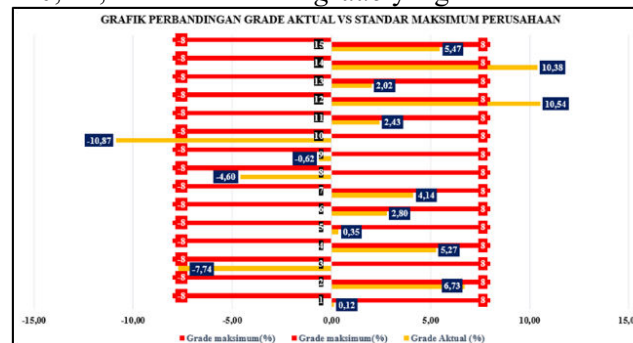
Analisis *radius* tikungan hanya 2 dari 7 tikungan memiliki *radius* di bawah nilai *minimum* 37,05 meter yang direkomendasikan yaitu segmen 4 dan 9.



Gambar 8. Jari-jari Tikungan

Grade Jalan

Pada *grade* jalan menunjukkan ketidaksesuaian (3 dari 15 segmen), memiliki implikasi operasional yang signifikan, segmen 10, 12, dan 14 memiliki *grade* yang belum standar 8%.



Gambar 9. Grade Jalan

Produksi Alat Angkut

Dampak dari perbaikan ini terlihat jelas pada produktivitas Axor 2528 yang sebelumnya hanya mampu mencapai 16,47 LCM/jam/alat, kini meningkat menjadi 23,82 LCM/jam/alat. Arocs 4040 dari 27,85 LCM/jam/alat menjadi 37,88 LCM/jam/alat, dan Arocs 4042 dari 38,75 menjadi 71,42 LCM/jam/alat.

Tabel 3. Produksi Alat Angkut

Keterangan	Target (Alat Angkut OB)			
	Jam LCM/jam	Jam Ton/Jam	Hari Ton/Hari	Bulan (Februari) Ton/Bulan
DT (LCM) (1 Alat)	44,70	84,04	756,32	21.177,07

DT (LCM) (8 Alat)	44,70	84,04	7.395,17	207.064,70
Aktual (Alat Agkut OB)				
Alat Agkut	Q₁ Produktivitas LCM/jam	Q₂ Produktivitas Ton/Jam	Q₃ Produksi Ton/Hari	Q₄ Produksi Ton/Bulan
Axor 2528 C (141)	16,47	30,95	681,00	19.068,09
Arocs 4040 K (018)	27,85	52,37	1.728,07	48.385,91
Arocs 4042 K (021)	38,75	72,86	2.404,23	67.318,38
Total 8 Armada	83,07	156,18	4.813,30	134.772,38
Perbaikan (Alat Agkut OB)				
Alat Agkut	Q₁ Produktivitas LCM/jam	Q₂ Produktivitas Ton/Jam	Q₃ Produksi Ton/Hari	Q₄ Produksi Ton/Bulan
Axor 2528 C (141)	23,82	44,77	985,04	27.581,05
Arocs 4040 K (018)	37,88	71,22	2.350,18	65.805,03
Arocs 4042 K (021)	71,42	134,27	4.431,00	124.068,10
Total 8 Alat Agkut	133,12	250,26	7.766,22	217.454,17

Sumber : Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Sumber : Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Sumber : Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada PT Putra Perkasa Abadi Site (AMI), dapat kesimpulan sebagai berikut:

Hasil pengukuran geometri jalan angkut aktual terdapat 3 segmen dengan grade melebihi batas maximum 8%. Lebar jalan tidak memenuhi standar, dengan 5 dari 8 segmen jalan lurus memiliki lebar di bawah standar dan 5 dari 7 segmen tikungan di bawah standar. Cross slope menunjukkan 4 segmen memiliki nilai berlebihan (>4%) dan 4 segmen kurang dari standar. Pada tikungan, 3 tikungan memiliki superelevasi di bawah standar 4% dan 2 tikungan memiliki superelevasi berlebihan, yang menimbulkan risiko operasional.

Produksi aktual alat angkut secara keseluruhan berada di bawah target yang ditetapkan hanya mencapai 134.772,38 Ton/Bulan akibat kondisi geometri jalan yang belum memenuhi standar. Penyebab utama rendahnya produksi adalah cycle time yang tinggi (17,46 menit untuk Arocs 4042, 18,30 menit untuk Arocs 4040, dan 21,59 menit untuk Axor 2528), efisiensi kerja yang rendah pada DT Axor 2528 C 60,39% dan parameter ketersediaan alat yang belum optimal. Kondisi geometri jalan yang belum memenuhi standar berkontribusi signifikan terhadap rendahnya produksi. Perbaikan mencakup standarisasi grade maksimum 8%, penyesuaian cross slope ke 4%, koreksi superelevasi tikungan ke 4%, serta pelebaran jalan lurus dan tikungan. Tindakan perbaikan dapat memangkas waktu siklus (tercepat pada Axor 2528 C menjadi 19,03 menit, Arocs 4040 K menjadi 15,94 menit, Arocs 4042 K menjadi 13,26 menit), meningkatkan efisiensi kerja menjadi 77-79%.

Setelah perbaikan geometri jalan, nilai produksi melampaui target dengan peningkatan signifikan pada setiap tipe alat angkut. Unit Axor 2528 C mengalami peningkatan produksi sebesar 27.581,05 Ton/Bulan, Arocs 4040 K meningkat menjadi 65.805,03 Ton/Bulan, dan Arocs 4042 K mencapai 124.068,10 Ton/Bulan. Peningkatan total output bulanan menjadi 217.454,17 Ton/Bulan sehingga dapat dikatakan sudah mencapai target produksi bulanan.

Setelah perbaikan geometri jalan, nilai produksi melampaui target dengan peningkatan signifikan pada setiap tipe alat angkut. Unit Axor 2528 C mengalami peningkatan produksi sebesar 27.581,05 Ton/Bulan, Arocs 4040 K meningkat menjadi 65.805,03 Ton/Bulan, dan Arocs 4042 K mencapai 124.068,10 Ton/Bulan. Peningkatan total output bulanan menjadi 217.454,17 Ton/Bulan sehingga dapat dikatakan sudah mencapai target produksi bulanan.

Setelah perbaikan geometri jalan, nilai produksi melampaui target dengan peningkatan signifikan pada setiap tipe alat angkut. Unit Axor 2528 C mengalami peningkatan produksi sebesar 27.581,05 Ton/Bulan, Arocs 4040 K meningkat menjadi 65.805,03 Ton/Bulan, dan Arocs 4042 K mencapai 124.068,10 Ton/Bulan. Peningkatan total output bulanan menjadi 217.454,17 Ton/Bulan sehingga

dapat dikatakan sudah mencapai target produksi bulanan.

Ucapan Terimakasih

Dengan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, yaitu sebagai berikut.

1. Kepada ibu dan kakak yang telah mengisi dunia penulis dengan rasa kasih sayang dan kebahagiaan . Terima kasih atas upaya yang tiada henti telah diberikan kepada penulis tanpa kalian, penulis tidak akan pernah sampai di sini.
2. Kepada Thutu Hyuna Fiana, Ara Ramdiandini Ahadiyat, Tria Amelia dan Muammar Hanafi telah menjadi teman selama di perkuliahan. Telah memberikan semangat dan bantuan di saat-saat penulis mengalami kesulitan penulis ucapkan rasa syukur yang mendalam.
3. Kepada Alnamiraz Muhammad Zaena, yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat yang tak pernah surut. Terima kasih atas, Bantuan, kesabaran, pengertian, dan kehadiranmu yang menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah penyusunan ini.

Daftar Pustaka

- Adijaya, R., & Moralista, E. (n.d.). *Perancangan dan Penjadwalan Tambang pada Penambangan Nikel Laterit*. <https://journal.sbpubliher.com/index.php/minetech>
- Muhammad Dwi Nanda, Yuliadi, & Zaenal. (2021). Kajian Geometri Jalan Tambang berdasarkan Aashto dan Kepmen No 1827/K/30/Mem/2018 pada Penambangan Andesit di PT XYZ, Kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 107–116. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i2.403>
- Rizky Noor Fitriadi, Iswandar, & Elfida Moralista. (2024). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 41–48. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3821>
- Anonim, 1990, “AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *American Asociation of State Highway and Transportation Officials*: Washington D.C.
- Anonim, 2018, “Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018” Lampiran II tentang Pedoman Pengelolaan Teknis Pertambangan.
- Aryani, N.A., 2019, “Analisis Geometri Jalan Angkut dan Produktivitas Alat Angkut pada Pengangkutan *Overburden* PT. Bukit Asam”, *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, Vol. 15, No. 3, hal. 159-171.
- Bhatawdekar, R.M., 2017, “*Mine Transportation and Haulage, Mining Engineering*”, *International Publishing House Pvt Ltd*, New Delhi.
- Hartman, H.L., 1987, “*Introductory Mining Engineering*”. Wiley-Interscience, New York.
- Hustrulid. W., and Kuchta, M., 2013, “*Open Pit Mine Planning & Design*”, 3rd Edition Vol 1. Fundamentals, Balkema/Rotterdam/Brockfield.
- Indonesianto, Y., 2018, “Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Rochmanhadi, R., 1985, “Teknik Perhitungan Tambang”, *Bandung*, ITB.
- Mercedes-Benz, 2017, “*Mercedes-Benz Truck Technical Specifications - Arocs and Axor Series*”, Daimler AG, Stuttgart.
- Peurifoy, R.L., Schexnayder, C.J., dan Shapira, A., 2006, “*Construction Planning, Equipment and Methods*”, McGraw-Hill, New York.

Prodjosumarto, P., 2000, “Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan”, Institut Teknologi Bandung, Bandung