

Geometri Jalan Angkut Batubara dari *Front* Penambangan Menuju *Stockroom* untuk Optimalisasi Produksi di PT Bara Selaras Resources Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan

Tria Amelia^{*}, Yunus Ashari, Sri Widayati

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

*triaa1284@gmail.com, yunusashari3@gmail.com, widayati.mining@gmail.com

Abstract. PT Bara Selaras Resources is a coal mining company operating in Merapi Barat District, Lahat Regency, South Sumatra. In June 2024, the company encountered difficulties in meeting its production target, achieving only 177,498.00 tons out of the planned 199,303.53 tons. A key factor contributing to this shortfall was the suboptimal geometry of the mining road, which resulted in increased travel time for hauling equipment from the mining site to the stockroom. This study aims to assess the conformity of the road geometry with standards outlined in the Minister of Energy and Mineral Resources Decree No. 1827/K/30/MEM/2018. Parameters evaluated include road width, longitudinal gradient, cross slope, and superelevation. A quantitative approach was used, involving field data collection through direct measurements with instruments such as a total station, inclinometer, and roll meter. Travel time was also measured using a stopwatch to calculate the cycle time of hauling operations. The findings indicate that several road geometry parameters do not comply with the required standards, affecting the efficiency of hauling operations and contributing to the production shortfall. As a result, improvements in road design and maintenance are essential to enhance hauling performance, reduce travel time, and support coal production targets at PT Bara Selaras Resources.

Keywords: *Road Geometry, Coal Hauling Time, Coal Production.*

Abstrak. PT Bara Selaras Resources merupakan perusahaan pertambangan batubara yang beroperasi di Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Pada Juni 2024, perusahaan mengalami kendala dalam pencapaian target produksi, dengan realisasi hanya 177.498,00 ton dari target 199.303,53 ton. Salah satu faktor utama penyebabnya adalah kondisi geometri jalan tambang yang belum optimal, sehingga meningkatkan waktu tempuh alat angkut dari area tambang ke stockroom. Penelitian ini bertujuan menganalisis kesesuaian geometri jalan tambang berdasarkan standar AASHTO dan Keputusan Menteri ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018. Parameter yang dievaluasi mencakup lebar jalan, kemiringan membujur (longitudinal), kemiringan melintang (cross slope), dan superelevasi. Metode penelitian bersifat kuantitatif dengan pengumpulan data primer melalui pengukuran langsung menggunakan total station, inclinometer, roll meter, serta stopwatch untuk analisis cycle time alat angkut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa parameter jalan belum sesuai standar, yang berdampak pada meningkatnya waktu tempuh dan menurunnya efisiensi operasional alat angkut. Ketidaksesuaian tersebut turut berkontribusi pada tidak tercapainya target produksi. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan desain dan pemeliharaan jalan tambang untuk meningkatkan kinerja angkutan, mengurangi waktu siklus, serta mendukung pencapaian target produksi batubara.

Kata Kunci: *Geometri Jalan, Waktu pengangkutan batubara, Produksi Batubara.*

A. Pendahuluan

PT Bara Selaras Resources merupakan salah satu perusahaan pertambangan, dengan bahan galian batubara yang saat ini berada di Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Berdasarkan data produksi batubara di bulan Juni 2024 belum mencapai target produksi, dimana target produksi batubara sebesar 199.303,53 ton sedangkan produksi batubara yang dihasilkan sebesar 177.498,00 ton. Salah satu faktor yang menyebabkan kurangnya target produksi yaitu penggunaan waktu tempuh yang terlalu banyak dari front penambangan menuju ke stockroom. Hal tersebut terjadi karena pada jalan angkut batubara memiliki kondisi jalan yang kurang baik sehingga menggunakan waktu tempuh yang banyak. Kondisi jalan yang baik akan memperlancar pengangkutan batubara dan tidak akan mengganggu produktivitas kerja alat angkut yang digunakan. Oleh karena itu, jalan tambang hal yang sangat perlu diperhatikan untuk kelancaran kegiatan pengangkutan dari geometri jalannya tersebut.

Berdasarkan dari geometri jalan tambang untuk meningkatkan suatu produktivitas alat angkut, harus sesuai standar yang telah ditentukan dalam teori AASHTO (American Association Of State highway and Transportation Officials). Dalam standar tersebut terdapat kriteria geometri mulai dari kemiringan jalan, lebar jalan, cross slope dan superelevasi dengan sesuai standar yang telah ditentukan dalam Kepmen 1827/K/30/MEM/2018. Kondisi jalan yang tidak sesuai dengan standar yang ada akan berpengaruh terhadap waktu pengangkutan sehingga akan berdampak terhadap hasil produksi yang didapatkan serta penurunan tingkat kinerja pada alat angkut yang digunakan. Kondisi jalan yang tidak sesuai akan mempengaruhi produktivitas alat angkut yang digunakan, maka dari itu untuk mengurangi dampak tersebut perlunya perhatian yang cukup terhadap kondisi geometri jalan dari front menuju stockpile. Selain itu juga dilakukan perbaikan terhadap geometri jalan seperti kondisi kemiringan jalan, lebar jalan, cross slope dan superelevasi pada keadaan actual, sehingga akan mendukung kinerja alat angkut yang digunakan serta dapat meningkatkan produktivitas alat angkut untuk mencapai target produksi yang telah direncanakan.

Mengacu pada latar belakang tersebut, maka perumusan masalah pada penelitian ini yaitu: “Apakah geometri jalan angkut batubara yang terdapat di PT Bara Selaras Resources sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan?”, “Apa upaya yang dilakukan untuk mengurangi penggunaan waktu Cycle Time?”, “Apa upaya yang dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi batubara di PT Bara Selaras Resources?”. Meninjau dari rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini diantaranya: (1)Menganalisis data geometri jalan yang terdapat di PT Bara Selaras Resources, (2)Menganalisis data penggunaan waktu alat angkut dari Front penambangan menuju stockroom di PT Bara Selaras Resources, (3)Menganalisis data produksi yang didapatkan pada bulan juli di PT Bara Selaras Resources.

B. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode kuantitatif, di mana pada kegiatan penelitian melakukan pengambilan data secara langsung di lapangan berupa data geometri jalan seperti kemiringan jalan, lebar jalan dan *superelevasi*. Penelitian ini termasuk pada penelitian terapan, karena memiliki tujuan untuk merekomendasikan pemecahan masalah yang ada. Metodologi dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Teknik Pengambilan Data

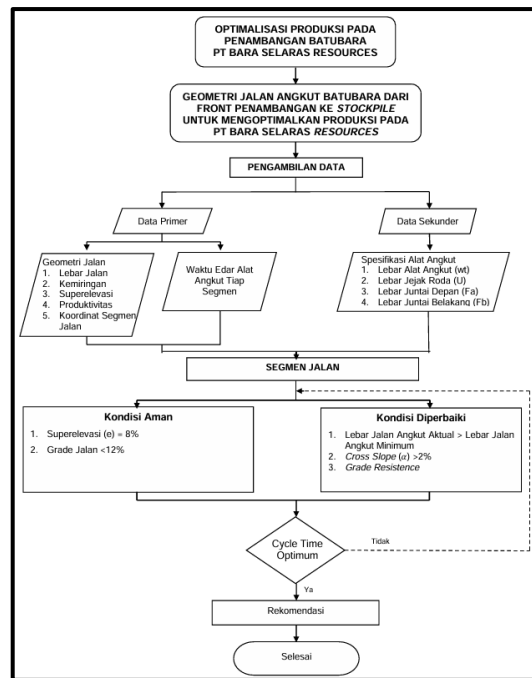
Pengambilan data yang dilakukan dengan menerapkan pengamatan dan pengukuran secara langsung di lapangan. Pengambilan data terdapat dua teknik yaitu secara data primer dan data sekunder.

2. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan ketika semua data yang dibutuhkan dari data primer maupun data sekunder sudah terkumpul.

3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan ketika teknik pengolahan data sudah selesai. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode komparatif, dengan membandingkan data yang telah didapatkan dari lapangan atau data aktual dengan standar yang ada seperti No.1827/K/30/MEM/2018 dan AASHTO. Sehingga dari hasil analisis dapat memberikan suatu rekomendasi geometri jalan yang sesuai dengan standar aturan yang ada.

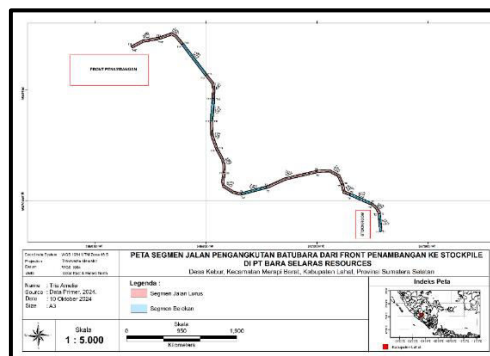


Gambar 1. Metodologi Penelitian

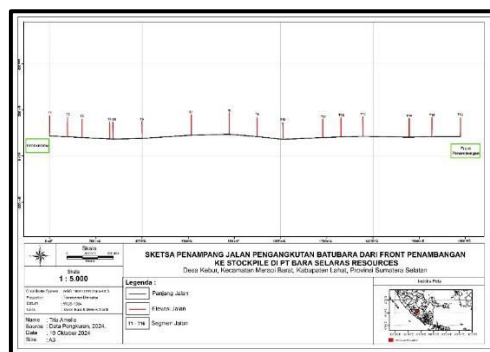
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Geometri Jalan Angkut Batubara

Pengukuran geometri jalan dilakukan dengan menggunakan beberapa bantuan alat seperti kompas, inclinometer, total station, dan roll meter. Dimana pada pengukuran geometri jalan dilakukan secara langsung diukur dari front penambangan menuju ke stockroom dengan jarak 1,957 km dibagi menjadi 8 segmen. Berikut merupakan data geometri jalan yang dilakukan pada saat pengukuran.



Gambar 2. Peta Segmen Jalan



Gambar 3. Peta Penampang Jalan

Lebar Jalan Angkut

1. Lebar Jalan Lurus

Pengukuran lebar jalan lurus dilakukan pada 16 titik, dimana pengukuran menggunakan alat roll meter dan dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran dalam satu kondisi jalan. Pada pengolahan data lebar jalan lurus ini didasarkan dari jumlah jalur yang digunakan untuk menghitung lebar minimum sesuai dengan alat angkut terbesar yang digunakan, seperti berikut ini.

$$L_{min} = (n \times Wt) + [(n + 1) \times (0,5 \times Wt)]$$

$$L_{min} = (2 \times 3,6) + [(2 + 1) \times (0,5 \times 3,6)]$$

$$L_{min} = 12,60 \text{ m}$$

Dari hasil pengolahan data lebar jalan lurus minimum didapatkan untuk dua jalur sebesar 12,60 meter.

2. Lebar Jalan Tikungan

Pengukuran lebar jalan pada kondisi tikungan dilakukan pada 17 titik, dimana pengukuran menggunakan alat roll meter dan dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran dalam satu kondisi jalan. Pada pengolahan data lebar jalan pada tikungan berdasarkan spesifikasi alat angkut PX105AT Coal Getting, dengan memiliki spesifikasi untuk menentukan lebar jalan minimum pada tikungan menggunakan Persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$\text{Jarak jejak roda } (U) = 1,8 \text{ meter}$$

$$\text{Sudut Penyimpangan} = 40,41^\circ$$

$$\text{Jarak as depan } (Ad) = 1,64 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar jantai depan } (Fa) = Ad \times \alpha = 1,64 \text{ m} \times \sin 40,41^\circ = 1,06 \text{ m}$$

$$\text{Jarak as belakang } (Ab) = 3,05 \text{ Meter}$$

$$\text{Lebar jantai belakang } (Fb) = Ab \times \alpha = 3,05 \text{ m} \times \sin 40,41^\circ = 1,98 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bagian tepi jalan } (C) \text{ dan Jarak Kendaraan } (Z)$$

$$C = Z = 0,5 (U + Fa + Fb) = 0,5 \times (1,8 \text{ m} + 1,06 \text{ m} + 1,19 \text{ m}) = 2,42 \text{ m}$$

$$W_{\text{minimum}} = 2 (1,8 \text{ m} + 0,64 \text{ m} + 1,19 \text{ m} + 2,42 \text{ m}) + 2,42 \text{ m} = 16,94 \text{ m}$$

Dari hasil pengolahan data lebar jalan angkut kondisi tikungan dengan dua jalur ini mendapatkan nilai sebesar 16,94 meter.

Tabel 1. Lebar Jalan Alat Angkut

Titik	Lebar Jalan (m)		Lebar Jalan Minimum/Standar (m)		Keterangan	Penambahan Lebar Jalan (m)
	Jalan Lurus	Jalan Belokan	Jalan Lurus	Jalan Belokan		
T1-T1'	10,539				Tidak Sesuai	2,061
T2-T2'		9,986			Tidak Sesuai	6,96
T3-T3'	9,732				Tidak Sesuai	2,868
T4-T4'		10,166			Tidak Sesuai	6,78
T5-T5'		9,639			Tidak Sesuai	7,30
T6-T6'		9,936			Tidak Sesuai	7,01
T7-T7'	9,941		12,6	16,94	Tidak Sesuai	2,659
T8-T8'		10,339			Tidak Sesuai	6,60
T9-T9'		9,954			Tidak Sesuai	6,99
T10-T10'		9,922			Tidak Sesuai	7,02
T11-T11'	10,09				Tidak Sesuai	2,51
T12-T12'		10,075			Tidak Sesuai	6,87

Titik	Lebar Jalan (m)		Lebar Jalan Minimum/Standar (m)		Keterangan	Penambahan Lebar Jalan (m)
	Jalan Lurus	Jalan Belokan	Jalan Lurus	Jalan Belokan		
T13-T13'	10,107				Tidak Sesuai	2,493
T14-T14'		9,959			Tidak Sesuai	6,98
T15-T15'		9,998			Tidak Sesuai	6,94
T16-T16'	8,093				Tidak Sesuai	4,507

Kemiringan Jalan

Menurut kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 batas kemiringan jalan sebesar 12%. Pengambilan data kemiringan jalan ini menggunakan alat total station dengan mengambil data elevasi dari setiap segmen nya. Perhitungan kemiringan jalan ini dengan menggunakan Persamaan 3.4 sebagai berikut.

Diketahui pada Titik 1 – Titik 2.

Beda Tinggi = 3,89 m

Jarak Miring = 77,77 m

$$\begin{aligned} \text{Jarak Datar} &= \sqrt{\text{Jarak miring}^2 - \text{Beda Tinggi}^2} \\ &= \sqrt{77,77^2 - 3,89^2} \\ &= 77,67 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Grade (\%)} &= \frac{\text{Beda Tinggi (m)}}{\text{Jarak Datar (m)}} \times 100\% \\ &= \frac{3,89 \text{ m}}{77,67 \text{ m}} \times 100\% \\ &= 5,01\% \end{aligned}$$

Dari hasil pengolahan data pada Segmen A (Titik 1 - Titik 2) mendapatkan grade jalan sebesar 5,01% dimana <12%

Tabel 2. Kemiringan Jalan

Titik	Kondisi Jalan	Elevasi Total Station		Beda Tinggi (meter)	Jarak Miring (meter)	Jarak Datar (meter)	Grade (%)
		Awal	Akhir				
T1-T2	Lurus Turun	87,101	83,21	3,89	77,77	77,67	5,01
T2-T3	Belok Turun	83,21	79,819	3,39	62,14	62,05	5,47
T3-T4	Lurus Turun	79,819	74,000	5,82	120,67	120,53	4,83
T4-T5	Belok Turun	74,000	72,661	1,34	13,39	13,32	10,05
T5-T6	Belok Naik	72,661	75,144	-2,48	126,65	126,62	-1,96
T6-T7	Belok Naik	75,144	90,000	-14,86	212,39	211,87	-7,01
T7-T8	Lurus Naik	90,000	93,531	-3,53	164,48	164,44	-2,15
T8-T9	Belok Turun	93,531	83,012	10,52	121,05	120,60	8,72
T9-T10	Belok Turun	83,012	72,327	10,69	111,53	111,02	9,62
T10-T11	Belok Naik	72,327	80,037	-7,71	173,18	173,01	-4,46

Titik	Kondisi Jalan	Elevasi Total Station		Beda Tinggi (meter)	Jarak Miring (meter)	Jarak Datar (meter)	Grade (%)
		Awal	Akhir				
T11-T12	Lurus Naik	80,037	82,403	-2,37	79,76	79,73	-2,97
T12-T13	Belok Naik	82,403	85,098	-2,69	93,79	93,76	-2,87
T13-T14	Lurus Turun	85,098	81,712	3,39	200,07	200,04	1,69
T14-T15	Belok Naik	81,712	83,325	-1,61	97,74	97,73	-1,65
T15-T16	Belok Turun	83,325	83,000	0,33	124,00	124,00	0,26

Kemiringan Melintang (Crosslope)

Menurut Kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 bahwa nilai crosslope yang baik itu sebesar 2%. Dimana pada pengukuran menggunakan alat berupa inclinometer. Pengolahan data dengan menggunakan rumus berikut ini

Sudut crosslope = $2,67^\circ$

JD = **5,27 meter**

Beda Tinggi = $\sin(a) \times JD$
 $= \sin(2,67) \times 5,27 \text{ m}$
 $= 2,41 \text{ meter}$

Crosslope (%) = $\frac{BT}{JD} \times 100\%$
 $= \frac{2,41}{5,27} \times 100\%$
 $= 2,19\%$

Tabel 3. Crosslope Jalan

Crosslope						
Titik	Kondisi Jalan	Sudut Crosslope (°)	Lebar 1/2 Jalan	Beda Tinggi (m)	Crosslope (%)	Crosslope Standar (%)
T1-T1'	Lurus Turun	2,67	5,27	2,41	2,19	2
T3-T3'	Lurus Turun	2,37	4,87	3,40	1,43	
T7-T7'	Lurus Naik	1,40	4,97	4,90	1,01	
T11-T11'	Lurus Naik	2,17	5,05	4,18	1,21	
T13-T13'	Lurus Turun	2,87	5,05	1,37	3,68	
T16-T16'	Lurus Turun	2,17	4,05	3,35	1,21	

Superelevasi

Berdasarkan ketentuan AASHTO nilai superelevasi yang dianjurkan diambil pada angka 4%, 6%, 8%, 10% dan 12%. Sesuai dengan ketentuan dari perusahaan merekomendasikan superelevasi di angka maksimal 8% dengan kecepatan 40 km/jam. Untuk melakukan pengolahan data superlevasi menggunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned}\text{Beda tinggi Superelevasi (\%)} &= \sin(\alpha) \times \text{Lebar jalan} \\ &= \sin(2,07^\circ) \times 9,27 \text{ m} \\ &= 0,33 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Superelevasi (\%)} &= (\text{Beda Tinggi (m)} / \text{Lebar Jalan (m)}) \times 100\% \\ &= (0,33 \text{ m} / 9,27 \text{ m}) \times 100\% \\ &= 3,54\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{R tikungan Rekomendasi} &= \frac{\text{Kecepatan}^2}{127 \times (\text{superelevasi rekomendasi} + \text{koefisien gesek maks})} \\ &= \frac{40^2}{127 \times (8\% + 0,15)} = 2,90\end{aligned}$$

Waktu Pengangkutan

Pengolahan data didapatkan waktu pengangkutan alat angkut batubara dari front penambangan menuju ke stockroom dalam kondisi penuh membutuhkan jumlah waktu sebesar 6,62 menit. Untuk mengurangi waktu angkut isi tersebut maka di rekomendasikan untuk menambah kecepatan di setiap segmen jalan dengan acuan nilai empiris dari setiap kondisi jalan yang sama. Berikut merupakan hasil waktu tempuh dengan menggunakan nilai kecepatan empiris dari setiap kondisi jalan yang sama yaitu kondisi jalan belok naik.

$$\begin{aligned}\text{Waktu Tempuh} &= \frac{\text{Kecepatan Empiris}}{\text{Panjang Jalan}} \\ &= \frac{0,24 \text{ m/s}}{124 \text{ m}} \\ &= 30,16 \text{ detik}\end{aligned}$$

Berdasarkan waktu pengangkutan isi teoritis dan pengangkutan isi aktual memiliki selisih sebesar 1,62 menit. Waktu tersebut dapat mengurangi penggunaan waktu cycle time pada alat angkut untuk optimalkan produktivitas alat angkut dalam kondisi isi. Berikut merupakan tabel hasil pengolahan data untuk rekomendasi waktu yang akan digunakan jika menggunakan kecepatan empiris dari setiap kondisi jalan.

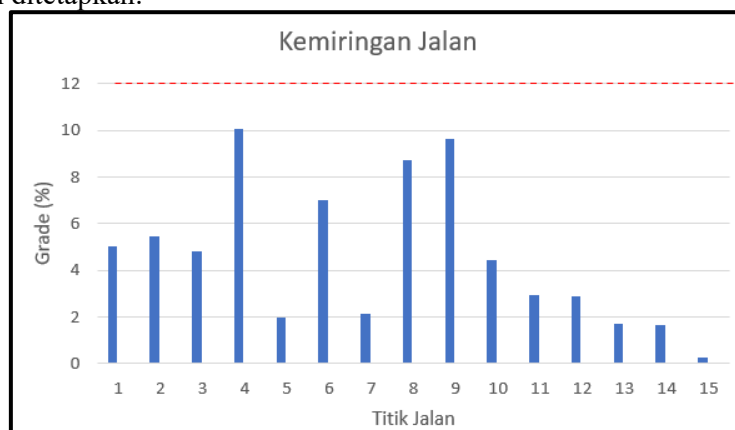
Analisis dan Pembahasan

Lebar Jalam Angkut

Berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan, sudah didapatkan masing masing lebar jalan pada tiap segmen jalan dengan memiliki kondisi jalan lurus dan jalan tikungan. Dalam hasil pengolahan data tersebut terdapat beberapa lebar jalan yang tidak sesuai dengan standar yang didasarkan oleh lebar jalan minimum berdasarkan alat angkut terbesar

Kemiringan Jalan

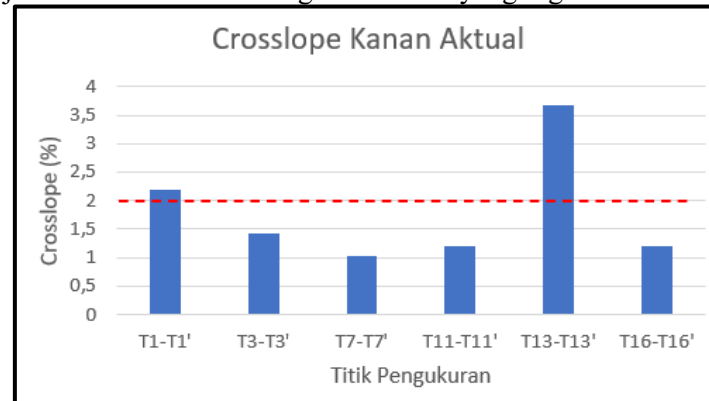
Dari hasil pengolahan data yang dilakukan bahwa kemiringan jalan pada kondisi actual memiliki angka 0 – 10,05%. Dimana pada standar yang digunakan menurut Kepmen No.1827/K/30/MEM/2018 sebesar 12%. Dari hasil tersebut kemiringan jalan yang terdapat di perusahaan sudah memenuhi standar yang sudah ditetapkan.



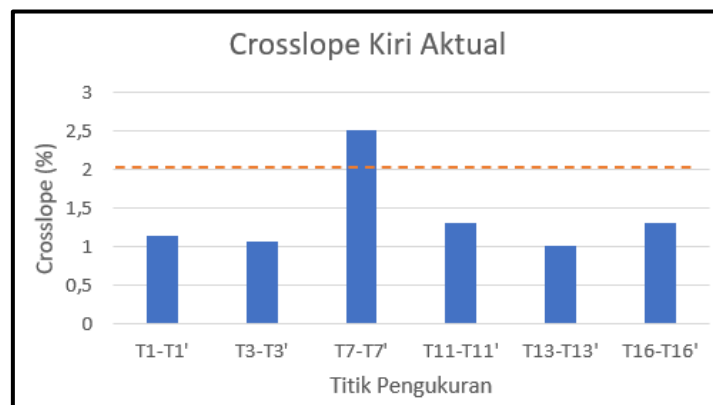
Gambar 4. Kemiringan Jalan

Kemiringan Jalan Melintang (Crosslope)

Dari hasil pengolahan data kemiringan jalan melintang (*crosslope*) yang dilakukan berada pada angka 1,01% - 3,68%. Dimana pada standar crosslope yang digunakan itu pada Kepmen 1827 yaitu angka minimum 2% sehingga akan dilakukan pengurangan dari sudut crosslope dengan melakukan penambahan pada beda tinggi jalan dengan didasarkan dari kondisi lebar jalan yang sudah di perbaiki sesuai dengan lebar jalan berdasarkan alat angkut terbesar yang digunakan.



Gambar 5. Crosslope Kanan Aktual



Gambar 6. Crosslope Kiri Aktual

Superelevasi

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan mendapatkan nilai superelvasi antara 0,52% - 6,68%. Dimana jika disesuaikan dengan standar perusahaan maksimum 8% maka nilai superelevasi secara aktual ini sudah memenuhi standar.



Gambar 7. Superelevasi

Waktu Pengangkutan

Hasil dari kegiatan pengolahan data didapatkan waktu pengangkutan alat angkut batubara dari front penambangan menuju ke *stockroom* dalam kondisi penuh membutuhkan jumlah waktu sebesar 6,62

menit. Untuk mengurangi waktu angkut isi tersebut maka di rekomendasikan untuk menambah kecepatan di setiap segmen jalan dengan acuan nilai empiris dari setiap kondisi jalan yang sama.

D. Kesimpulan

Berdasarkan dari kegiatan lapangan dan hasil pengolahan data yang dilakukan mendapatkan kesimpulan sebagai berikut. Pertama, berdasarkan dari data geometri jalan yang didapatkan di PT Bara Selaras Resources terdapat ketidaksesuaian dari lebar jalan tikungan dengan nilai minimum teoritis sesuai standar sebesar 16,94 sedangkan pada keadaan aktual nilai terbesar jalan belokan yaitu 10,339 meter. Pada jalan lurus dengan nilai minimum teoritis sebesar 12,6 meter sedangkan pada keadaan aktual nilai terbesar pada jalan belokan 10,539 meter. Pada kemiringan jalan yang ada di PT Bara Selaras Resources memiliki nilai terbesar yaitu pada titik 4 ke titik 5 sebesar 10,05% sehingga grade jalan yang ada di PT Bara Selaras Resources sudah sesuai dengan standar yaitu 12%. Pada nilai persentase crosslope kanan memiliki nilai standar 2% dimana pada keadaan aktual memiliki nilai terkecil yaitu 1,01% sedangkan pada persentase crosslope kiri memiliki nilai terkecil yaitu 1,02%. Pada nilai superelevasi sesuai dengan standar sebesar 8% sedangkan nilai superelevasi aktual memiliki nilai maksimal 6,78%. Kedua, berdasarkan analisis data, waktu pengangkutan alat angkut batubara dari front penambangan ke stockroom dalam kondisi penuh adalah 6,62 menit, sedangkan dalam kondisi kosong dari stockpile ke front penambangan adalah 3,85 menit.

Dengan menerapkan kecepatan empiris dari setiap kondisi jalan yang sama, waktu tempuh dapat dikurangi menjadi 5,00 menit untuk angkut isi dan 2,57 menit untuk angkut kosong. Selisih waktu antara kondisi aktual dan teoritis menunjukkan adanya potensi optimasi cycle time melalui peningkatan kecepatan pada segmen jalan tertentu, yang dapat meningkatkan produktivitas alat angkut secara keseluruhan. Ketiga, produksi batubara yang dihasilkan pada bulan juli sebesar 6.264 ton tidak mencapai target produksi sebesar 8.000 ton – 10.000 ton dikarenakan banyaknya hambatan dikarenakan kondisi geometri jalan terutama pada penyempitan jalan angkut batubara.

Ucapan Terimakasih

Dengan ini penyusun mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada orang-orang yang sudah membantu dan mendukung saya, yaitu sebagai berikut.

1. Kepada kedua orang tua penyusun yaitu Ayah Raden Ujang Sukandi dan Ibu Armika yang telah memenuhi semua keinginan penyusun dan mendukung segala hal dalam segi apapun dan kasih sayang yang tidak pernah terhenti serta kakak penyusun Shelly Ariandy, Putri Suci Anggraini, Robiansyah dan Bima Anggara yang sabar dalam menghadapi adik bungsu nya ini.
2. Kepada teman teman ku seluruh angkatan 2021 yang telah membantu dan menemani selama masa perkuliahan, serta teman temanku Ara Ramdiandini Ahadiat, Nopayanti, Thutu Hyuna Fiana, Siti Nurlaeli Luthfi, Henna Rosliana, Ilmaniah Hafizah Rabbani, dan Muammar Hannafi yang sudah menemani penulis dari awal masuk perkuliahan sampai akhir dari perkuliahan, yang menjadi keluarga kedua di kota orang yaitu kota Bandung;
3. Kepada mahasiswa dengan NPM 10070123123 yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta meluangkan waktu nya untuk menemani penyusun dalam penyusunan penelitian ini sampai akhir yang sangat luar biasa sangat baik.

Daftar Pustaka

- Adijaya, R., & Moralista, E. (n.d.). *Perancangan dan Penjadwalan Tambang pada Penambangan Nikel Laterit*. <https://journal.sbpublisher.com/index.php/minetech>
- Arif Mangkusagara, Zaenal, & Noor Fauzi Isnarno. (2024). Kajian Geometri Jalan Angkut dari Lokasi Loading Point Menuju Lokasi Dumping. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 109–116. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5144>
- Indra Karna Wijaksana, A. M. R., & Faisal, M. I. (2025). Implementasi Shotcrete pada Heading Terowongan Batuan Lemah di Underground Kencana. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 59–70. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.7215>
- AASHTO, 1990, “*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*”, American Association of

State Highway and Transportation Officials: Washington D.C.

- Azwari, Rudi., 2015, “Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara menuju Stockpile Block B pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia”, Prosiding Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung, ISSN 2460-6499.
- Kadir, E., 2008, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Palembang: Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik.
- Kusrin., 2008, “Pemindahan tanah mekanis & ALAT BERAT”, Semarang: Semarang University Press.
- Martin, R., & DKK., 2018, “Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea”. Jurnal Tekno, 16.
- Prodjosumarto, Partanto., 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- Rostiyanti, S.F., 1999, “Alat Berat Untuk Proyek Kontruksi”, Jakarta : Rineka Cipta.
- Suwandhi, Awang., 2004, “Perencanaan Jalan Tambang”, Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung.
- Tenriajeng, A. T., 2003, “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jakarta : Gunadarma.
- Zulkarnain, F., 2020, “Pemindahan Tanah Mekanis dan Peralatan Konstruksi”, Medan : Umsu Press.