



KAJIAN GEOMETRI JALAN ANGKUT TAMBANG DARI FRONT KE DISPOSAL PADA PT X

GEOMETRY STUDY OF MINE TRANSPORTATION ROADS FROM THE FRONT TO DISPOSAL IN PT X

Fitriani A¹, R. Jannah², J. Wiratama³

¹⁻³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

¹⁻³Jl. Mendalo Darat Km. 15, Muara Bulian, Jambi. Kode Pos : 36361

e-mail : fitriani.a1603@gmail.com, raudhatul.jannah4231@gmail.com, jarot.mining@unja.ac.id

ABSTRAK

Geometri jalan angkut dari *front* penambangan Pit IV menuju *disposal area* pada PT X ditemukan kondisi jalan yang belum ideal untuk alat angkut terbesarnya yaitu *Dump Truck* Hino 500 FM260Ti. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar dapat memperbaiki kondisi jalan sesuai dengan kondisi idealnya. Hasil perhitungan berdasarkan pengukuran didapatkan lebar jalan aktual kondisi jalan lurus yaitu 7,3 m-11,3 m dan jalan tikungan yaitu 10,45 m-17,4 m. *Grade* jalan antara 0-5,1%, sedangkan *cross slope* antara -0,09 m sampai 0,22 m dan *superelevasi* antara 0,041 m/m-0,049 m/m. Adapun berdasarkan standar ideal KEPMEN ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 mengacu pada alat angkut terbesar dan kondisi lajur jalan didapatkan ideal lebar jalan lurus yaitu 8,75 m dan lebar jalan tikungan yaitu 15,706 m dengan ketentuan perusahaan 10 m jalan kondisi lurus dan 12 m jalan dengan kondisi tikungan. *Grade* jalan maksimum yaitu 12 % dengan ketentuan perusahaan yaitu 10-15% jalan kondisi bukan tanjakan dan 8% jalan dengan kondisi tanjakan. *Cross slope* paling kurang adalah 2 % dengan standar ideal beda tinggi yaitu 19 m dengan *superelevasi* berkisar antara 71,3 cm – 51,2 cm. Perbandingan antara data geometri jalan aktual yang diperoleh dari hasil pengukuran secara langsung dengan geometri jalan ideal yang diperoleh dari perhitungan disimpulkan bahwa perlu untuk dilakukan perbaikan terhadap kondisi geometri jalan angkut dari *front* penambangan Pit IV hingga ke *disposal area* yang ada pada PT X.

Kata kunci : geometri jalan, *cross slope*, *superelevasi*

ABSTRACT

The geometry of the haul road from the Pit IV mining front to the disposal area at PT X found that the road conditions were not ideal for the largest hauling equipment, the Hino 500 FM260Ti Dump Truck. Therefore this research was conducted with the aim of being able to improve road conditions according to their ideal conditions. The results of calculations based on measurements show that the actual road width for straight roads is 7.3 m – 11.3 m and bends are 10.45 m – 17.4 m. The road grade is between 0 – 5.1%, while the cross slope is between -0.09 m to 0.22 m and the superelevation is between 0.041 m/m – 0.049 m/m. Meanwhile, based on the ideal standard of KEPMEN ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 referring to the largest means of conveyance and road lane conditions, the ideal straight road width is 8.75 m and the bend road width is 15.706 m with company provisions of 10 m straight road conditions and 12 m road with bend conditions. The maximum road grade is 12% with company provisions, namely 10-15% for roads with non-slope conditions and 8% for roads with incline conditions. The cross slope is at least 2% with an ideal standard of height difference of 19 m with a superelevation ranging from 71.3 cm – 51.2 cm. Comparison between the actual road geometry data obtained from the direct measurement results with the ideal road geometry obtained from the calculations concluded that it is necessary to make improvements to the haul road geometry conditions from the Pit IV mining front to the disposal area in PT X.

Keywords : road geometry, *cross slope*, *super elevation*

PENDAHULUAN

PT X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan tepatnya pada pertambangan batubara yang menerapkan metode penambangan *open pit mining*. Pada saat kegiatan operasional berlangsung, jalan tambang menjadi salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dan dipastikan kondisinya. Kondisi jalan tambang menjadi jalur transportasi yang akan dilewati oleh alat berat. Jalan tambang yang sering kali memerlukan perhatian adalah jalan angkut tambang.

Jalan angkut tambang pada PT X salah satunya adalah jalan angkut dari *front* penambangan Pit IV hingga ke *disposal area*. Jalan angkut ini memiliki kondisi geometri jalan yang dinilai masih belum memenuhi standar yang ideal. Dengan menggunakan alat angkut berupa *Dump Truck* Hino 500 FM 260 Ti, lebar jalan masih dikatakan sempit untuk dilewati alat angkut tersebut. Selain itu, adanya genangan air di permukaan jalan serta permasalahan kondisi jalan pada saat tikungan dan tanjakan juga dapat menjadi kendala bagi alat angkut saat melewati jalan angkut tersebut.

Pada penelitian Rahman, Nurhakim, Riswan, Noure, AB., dan Joetra, R. (2016) dikatakan bahwa salah satu yang mempengaruhi kelayakan suatu jalan angkut tambang adalah geometri. Geometri jalan angkut dapat terdiri dari lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, *grade*, *cross slope* dan *superelevasi*. Geometri jalan dikatakan ideal apabila jalan tersebut telah sesuai untuk alat angkut terbesar yang melewatinya, sehingga alat angkut dapat bekerja dengan maksimal [1]. Adapun pada penelitian Ediyana, IK, Nurhakim, dan Hakim, RN (2019) geometri jalan angkut yang ideal adalah yang telah memenuhi persyaratan yang disesuaikan dengan dimensi alat angkut yang digunakan. Apabila di sepanjang jalan angkut ditemukan suatu potensi yang dapat menghambat kelancaran alat angkut maka dapat dilakukan analisis sebagai upaya pemecahan permasalahan dengan penyelesaian dapat berupa perbaikan sesuai dengan standar [2].

Kondisi geometri jalan secara umum akan disesuaikan dengan standar yang digunakan oleh perusahaan. PT X menggunakan standar ideal sesuai dengan Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Alam No. 1827/K/30/MEM/2018 dan rencana perusahaan. Jika kondisi geometri jalan belum memenuhi standar tersebut, maka dibutuhkan perbaikan kondisi geometri jalan. Kondisi geometri jalan angkut tambang yang telah disesuaikan dengan standar ideal sebaiknya dapat dijadikan acuan bagi perusahaan dalam memperbaiki kondisi jalan angkutnya.

PT X saat ini masih memiliki geometri jalan yang belum memenuhi standar. Maka diperlukan adanya perbaikan yang baik agar kondisi geometri jalan tidak menghambat kinerja alat angkut selama beraktivitas. Geometri jalan

tersebut terdiri dari lebar jalan angkut pada kondisi jalan lurus dan kondisi jalan tikungan, *grade*, *cross slope* dan *superelevasi*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada PT X yang memiliki lokasi di Desa Rantau Pandan, Kecamatan Rantau Pandan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi pada bulan Oktober 2021. Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan dengan merujuk pada beberapa penelitian terdahulu dan kondisi aktual pada saat penelitian serta standar ideal yang digunakan.

Observasi lapangan dilakukan untuk melihat kondisi aktual sebelum dilakukan pengukuran kondisi jalan yang dianggap perlu untuk dianalisis kondisinya. Setelah didapatkan keadaan yang sebenarnya pada kondisi jalan sepanjang jalan dari *front* penambangan ke *disposal area* di Pit IV PT X, dilakukan studi lanjutan dengan menghubungkan hasil pengamatan dengan penelitian terdahulu yang kemudian disesuaikan dengan standar idealnya. Setelahnya dilakukan pengukuran, hasil pengukuran akan dianalisis sesuai dengan standar yang digunakan. Pengolahan data terdiri dari data aktual pengukuran secara langsung dan data hasil perhitungan ideal sesuai standar yang disesuaikan dengan data perusahaan. Hasil data ini akan dianalisis hingga didapatkan desain geometri jalan yang ideal sesuai dengan Kepmen ESDM 1827 yang digunakan sebagai standar ideal pada penelitian ini.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari pengumpulan data sekunder dan data primer. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari perusahaan mengenai informasi kondisi jalan angkut tambang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh perusahaan sesuai dengan standar. Adapun data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil pengukuran secara langsung di lapangan yang nantinya akan diolah sesuai dengan standar yang digunakan.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat penunjang berupa *GPS* untuk mendapatkan titik koordinat dari setiap segmen jalan, meteran untuk mendapatkan panjang dan lebar jalan, *waterpass* untuk mendapatkan data *cross slope*. Selanjutnya digunakan *software Autocad 2017* untuk membuat desain per segmen jalan sesuai dengan geometri jalan yaitu lebar jalan, *grade* jalan, *cross slope*, dan *superelevasi*. Selain itu digunakan juga *software Arcmap 10.8* untuk membuat desain peta.

Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada saat semua data telah didapatkan, baik data sekunder maupun data primer. Pengolahan data mengacu kepada standar yang digunakan yaitu KEPMEN ESDM 1827 mengenai

geometri jalan tambang. Pengolahan data terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

a. Pembagian segmen jalan

Pembagian segmen jalan bertujuan untuk memudahkan dalam pengukuran, perhitungan, hingga analisis hasil penelitian. Pembagian segmen jalan didasarkan pada kondisi jalan itu sendiri yaitu dapat terdiri dari jalan dengan kondisi lurus, jalan dengan kondisi tikungan, dan jalan dalam kondisi tanjakan maupun turunan.

b. Perhitungan geometri jalan angkut

Perhitungan geometri jalan angkut berasal dari data yang telah didapatkan. Di mana data sekunder menjadi data ideal dan data primer menjadi data aktual yang perhitungannya terdiri dari beberapa parameter yang terdiri dari :

• Perhitungan lebar jalan

Lebar jalan angkut tambang terdiri dari lebar jalan dalam kondisi lurus dan lebar jalan dalam kondisi tikungan. Persamaan yang digunakan disesuaikan dengan kondisi lajur jalan. Pada penelitian ini kondisi jalan terdiri dari dua lajur sehingga untuk perhitungan lebar jalan dengan kondisi jalan lurus digunakan persamaan sebagai berikut :

$$L = n \times Wt + (n + 1) \times (0,5 \times Wt) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- L = lebar jalan angkut minimum (m)
- n = jumlah lajur
- Wt = lebar alat angkut (m)

Adapun untuk perhitungan lebar jalan dengan kondisi jalan tikungan dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C \dots\dots\dots(2)$$

$$C = Z = ((U + Fa + Fb))/2 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- W = lebar jalan angkut pada tikungan (m)
- n = jumlah lajur
- U = jarak jejak roda kendaraan (m)
- Fa = lebar jantai depan (m)
- Fb = lebar jantai belakang (m)
- Z = jarak sisi luar truck ke tepi jalan (m)
- C = jarak antara dua truck yang akan bersimpangan (m)

• Perhitungan kemiringan (*grade*) jalan

Dalam menentukan *grade* jalan angkut dapat digunakan persamaan berikut :

$$Grade (\%) = \Delta h / \Delta x \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- Δh = beda tinggi (m)
- Δx = jarak mendatar (m)

- Perhitungan kemiringan melintang (*cross slope*)
Cross slope berdasarkan KEPMEN ESDM 1827 yaitu paling kurang 2%, di mana nilai beda tinggi jalan dihitung berdasarkan nilai rata-rata dari lebar jalan sepanjang jalan dari *front* penambangan Pit IV ke *disposal area* .
- Perhitungan *superelevasi*
Jari-jari tikungan didapatkan dengan menggunakan *software Autocad 2017* berdasarkan ketentuan tikungan *Full Circle (FC)* yang disesuaikan dengan kondisi jalan tikungan pada lokasi penelitian. Perhitungan *superelevasi* dilakukan dengan mempertimbangkan beda tinggi berdasarkan arah tikungan yang akan dilalui oleh alat angkut [3].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalan angkut secara umumnya memiliki fungsi utama yaitu sebagai penunjang dari kelancaran suatu operasi penambangan terutama selama kegiatan pengangkutan berlangsung. Di mana di sepanjang jalan rute dari jalan tambang adanya medan yang berat dapat saja ditemukan, sehingga haruslah diatasi dengan cara memperbaiki rancangan jalannya agar dapat meningkatkan kualitas terhadap keselamatan serta keamanan selama pekerjaan berlangsung [4].

Alat angkut pada jalan tambang umumnya memiliki dimensi yang lebih besar, lebih panjang, dan lebih lebar daripada pada jalan biasa. Adapun jalan tambang umumnya memiliki medan jalan yang cukup berat pula. Sehingga jalan tersebut haruslah dirancang dengan baik agar dapat menunjang kinerja alat angkutnya [5].

Kondisi di mana sulitnya alat angkut berpapasan secara langsung dengan kemiringan jalan yang cukup curam dapat menyebabkan alat angkut sulit untuk beroperasi maksimal. Kondisi tersebut dapat menyebabkan waktu edar semakin lama, di mana semakin lama waktu edar yang dimiliki oleh alat angkut maka produksi juga akan ikut menurun [6].

Geometri jalan angkut tambang dari *front* penambangan Pit IV ke *disposal area* pada PT X memiliki jarak yaitu 795,5 meter dengan kondisi jalan dua lajur dan alat angkut terbesar yang melaluinya adalah *Dump Truck Hino FM 260 Ti*. Kondisi jalan aktual selama observasi pada lokasi ini didapatkan beberapa kondisi jalan yang menunjukkan bahwa pada jalan tersebut memiliki angka kemiringan melintang yang kecil sehingga air dapat tergenang di permukaan jalan (Gambar 1). Selain itu, lebar jalan yang masih sempit juga menjadi salah satu permasalahan yang harus diperbaiki (Gambar 2) serta tidak adanya *superelevasi* yang baik juga dapat menyebabkan alat angkut tidak bekerja maksimal saat membelok (Gambar 3). Kondisi tersebut belum dapat dikatakan ideal dikarenakan masih memiliki beberapa kondisi yang dapat menghambat kinerja dari alat angkut.



Gambar 1. Kondisi jalan aktual yang tergenang air



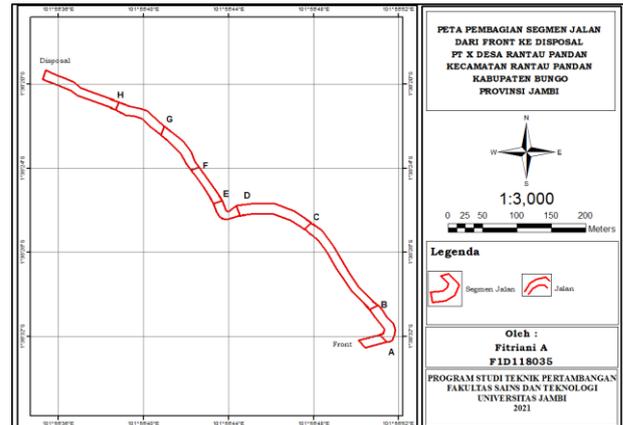
Gambar 2. Kondisi jalan aktual yang sempit



Gambar 3. Kondisi jalan aktual pada saat di tikungan

Pembagian Segmen Jalan Angkut

Pembagian segmen jalan angkut berdasarkan kondisi jalan terdiri dari 9 segmen yang terdiri dari 2 segmen jalan dalam kondisi tikungan dan 7 segmen jalan dalam kondisi jalan lurus. Pada segmen jalan lurus ditemukan 2 jalan dalam kondisi tanjakan (Gambar 4). Peta tersebut didapatkan dengan melakukan pengambilan titik koordinat pembagian segmen jalan dengan menggunakan *GPS* yang kemudian diolah dengan menggunakan *software Arcmap 10.8*.



Gambar 4. Peta pembagian segmen jalan

Perhitungan Geometri Jalan Angkut Aktual dan Rancangan Perbaikan

Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan angkut terdiri dari lebar jalan kondisi lurus dan lebar jalan kondisi tikungan. Lebar jalan angkut kondisi tikungan selalu dirancang dengan kondisi yang lebih lebar daripada lebar jalan pada kondisi lurus. Hal tersebut dimaksudkan agar pada saat alat angkut melintas tidak terjadi penyimpangan lebar terhadap alat angkut. Rancangan lebar jalan angkut disesuaikan dengan alat angkut yang digunakan [7].

Tabel 1. Hasil perhitungan lebar jalan angkut

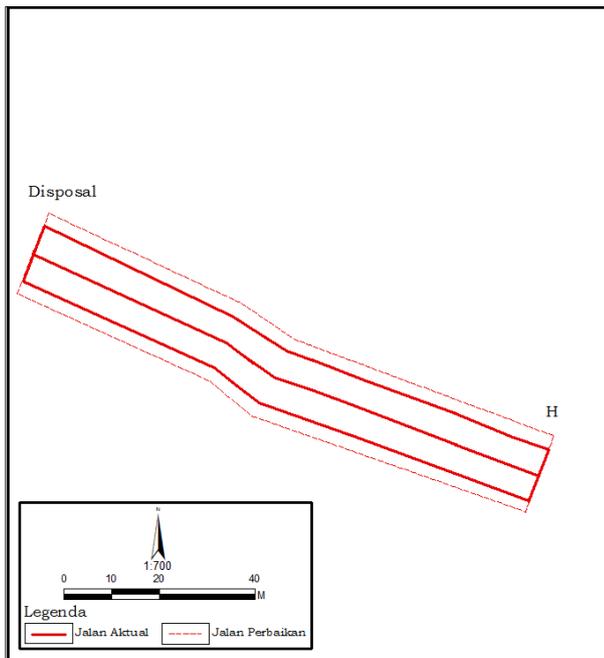
No	Segmen	Lebar Jalan Rencana	Lebar Jalan Aktual	Lebar Jalan Ideal
1	Front - A	10	11,3	8,75
2	A - B	12	17,4	15,706
3	B - C	10	9,5	8,75
4	C - D	10	8,6	8,75
5	D - E	12	10,45	15,706
6	E - F	10	7,2	8,75
7	F - G	10	7,7	8,75
8	G - H	10	7,5	8,75
9	H - Disposasi	10	7,3	8,75

Tabel 2. Hasil analisa lebar jalan angkut

No	Segmen	Kondisi	Keterangan	Penambahan Lebar Jalan	
				Lebar Rencana	Lebar Jalan Ideal
1	Front - A	Lurus	Ideal	-	-
2	A - B	Tikungan	Ideal	-	-
3	B - C	Lurus	Tidak Ideal	+0,5	-
4	C - D	Lurus	Tidak Ideal	+1,4	+0,2
5	D - E	Tikungan	Tidak Ideal	+1,6	+5,3
6	E - F	Lurus	Tidak Ideal	+2,8	+1,6
7	F - G	Lurus	Tidak Ideal	+2,3	+1,1
8	G - H	Lurus	Tidak Ideal	+2,5	+1,3
9	H - Disposasi	Lurus	Tidak Ideal	+2,7	+1,5

Pada Tabel 1, lebar jalan aktual merupakan lebar jalan yang pengukurannya dilakukan oleh penulis pada saat penelitian berlangsung, sedangkan lebar jalan rencana adalah lebar jalan yang direncanakan perusahaan, sedangkan lebar jalan ideal merupakan lebar jalan yang sesuai dengan Kepmen ESDM 1827. Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, terdapat dua segmen jalan yang telah memenuhi lebar standar ideal maupun lebar jalan rencana perusahaan, akan tetapi masih terdapat tujuh segmen jalan yang belum memenuhi standar lebar jalan tersebut. Pada penelitian ini lebar jalan yang sudah memenuhi dari standar lebar jalan perusahaan dan Kepmen ESDM 1827 telah dianggap ideal, sedangkan yang belum memenuhi maka diperlukan penambahan lebar jalan angkut sebagaimana pada Tabel 2.

Segmen jalan yang memerlukan penambahan lebar jalan tertinggi adalah segmen H – Disposal yang dalam hal ini juga merupakan jalan dengan kondisi tanjakan. Sehingga diperlukan adanya perbaikan pada jalan tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penambahan lebar jalan pada segmen tersebut agar tidak menghambat kinerja dari alat angkutnya pada saat beroperasi. Lebar jalan angkut yang tidak sesuai dengan alat angkutnya dapat menyebabkan alat angkut bekerja tidak maksimal. Di mana dapat memperlambat kecepatan alat angkut dan berpotensi dapat menyebabkan kecelakaan pada saat alat angkut berpapasan [8]. Segmen jalan H-Disposal aktual memerlukan penambahan lebar jalan tertinggi yaitu 2,7m untuk memenuhi standar yang seharusnya (Gambar 5).



Gambar 5. Segmen jalan H – Disposal

Kemiringan (Grade) Jalan

Kemiringan jalan angkut tambang diketahui akan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut

yang digunakan baik pada saat mengatasi tanjakan maupun pada saat melakukan pengereman. Kemampuan untuk mengatasi tanjakan pada setiap alat angkut tidak akan sama, tergantung dari jenis alat angkut tersebut [9].

Grade jalan yang ideal berdasarkan KEPMEN ESDM No. 1827K/30/MEM/2018 maksimal 12%. Namun karena kondisi jalan dari *front* menuju *disposal* terdapat dua jalan tanjakan maka *grade* yang akan digunakan pada PT X maksimal 8%. Nilai dari perbandingan *grade* jalan aktual dengan *grade* jalan ideal nantinya akan menentukan segmen mana saja yang perlu dilakukan perbaikan.

Pada Tabel 3 dan Tabel 4, terdapat dua buah jalan tanjakan yaitu pada segmen *Front – A* dan segmen *H – Disposal*. Berdasarkan perhitungan *grade* jalan, kondisi setiap segmen sudah memenuhi standar yang ditetapkan. Dimana angka *grade* jalan terbesar adalah 5,1% pada segmen *H-Disposal* dan angka *grade* jalan terkecil yaitu 0% pada segmen *D-E*. *Grade* jalan dengan nilai 0% diasumsikan bahwa keadaan jalan tersebut dalam kondisi yang memiliki nilai elevasi yang sama.

Tabel 3. Hasil perhitungan *grade* jalan angkut

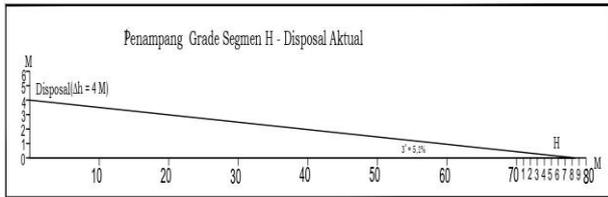
No	Segmen	Panjang Jalan (m)	Elevasi (mdpl)		Grade %
			A	B	
1	Front - A	97,1	94	98	4,1
2	A - B	48,6	98	99	2,1
3	B - C	150	99	100	0,7
4	C - D	127	100	101	0,8
5	D - E	44,4	101	101	0
6	E - F	80,5	101	100	1,2
7	F - G	96,6	100	103	3,1
8	G - H	72,5	103	101	2,8
9	H - Disposal	78,5	101	105	5,1

Tabel 4. Hasil analisa *grade* jalan angkut

No	Segmen	Grade Jalan Maksimal %	Kondisi	Keterangan
1	Front - A	8	Tanjakan	Ideal
2	A - B	12	Tikungan	Ideal
3	B - C	12	Lurus	Ideal
4	C - D	12	Lurus	Ideal
5	D - E	12	Tikungan	Ideal
6	E - F	12	Lurus	Ideal
7	F - G	12	Lurus	Ideal
8	G - H	12	Lurus	Ideal
9	H - Disposal	8	Tanjakan	Ideal

Segmen *H-Disposal* merupakan salah satu dari 9 segmen jalan yang dilakukan pengukuran terhadap kemiringan jalan pada segmen jalannya. Di mana segmen *H-Disposal* memiliki kemiringan jalan dengan nilai *grade* jalan tertinggi namun masih memenuhi standar yang

digunakan. Sehingga tidak perlu diadakannya perbaikan kondisi kemiringan jalan (Gambar 6).



Gambar 6. Segmen jalan H – Disposol aktual

Kemiringan Melintang (*Cross Slope*) Jalan Angkut

Kemiringan melintang (*cross slope*) yaitu kemiringan jalan pada kondisi lurus yang disebabkan oleh adanya perbedaan dari ketinggian antara kedua sisi yang berada di permukaan jalan. Di mana umumnya jalan angkut cenderung akan memiliki bentuk permukaan melintang yang berbentuk cembung. Kemiringan melintang dinyatakan dengan adanya perbandingan antara jarak horizontal dan vertikal terhadap permukaan jalan [10].

Pengukuran kemiringan melintang (*cross slope*) dengan menggunakan *waterpass* dilakukan dengan mengukur beda tinggi antara sisi kiri, tengah, dan sisi kanan dari segmen jalan dalam posisi yang sejajar. Beda tinggi yang dimiliki oleh kedua sisi jalan terhadap bagian tengah jalan harus sesuai standar yang dimiliki berdasarkan lebar jalan dari segmen itu sendiri. Sehingga tidak terjadi kondisi air yang menggenang di permukaan jalan. Air dapat segera mengalir ke bagian sisi jalan ketika kondisi kemiringan melintangnya sudah sesuai.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5 dan Tabel 6, pada setiap segmen jalan lurus masih ditemukan beberapa segmen jalan yang belum ideal. Segmen yang memenuhi standar adalah segmen B–C dimana memiliki beda tinggi sebesar 21 cm pada bagian sisi pinggir pertama dan 22 cm pada bagian sisi pinggir kedua. Adapun pada segmen *front-A* memiliki nilai angka *cross slope* negatif dikarenakan posisi kemiringan melintangnya tidak cenderung cembung. Sama halnya pada segmen C–D yang memiliki kondisi yang serupa. Adapun pada segmen E-F, segmen F-G, dan segmen G-H serta segmen H–*Disposol* masih belum ditemukan adanya nilai *cross slope* yang ideal sehingga perlu untuk dilakukannya *cross slope* yang sesuai dengan kondisi idealnya.

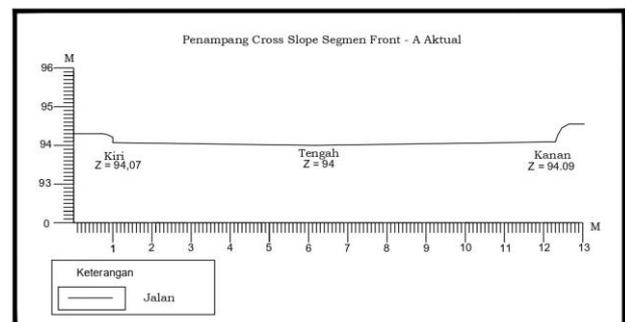
Kondisi segmen jalan yang memiliki *cross slope* yang belum memenuhi standar salah satunya yaitu segmen *Front - A* yang merupakan segmen jalan dengan angka perbaikan beda tinggi yang tertinggi (Gambar 7). Perbaikan *cross slope* jalan nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam perbaikan beda tinggi kemiringan melintang (*cross slope*) segmen jalan.

Tabel 5. Hasil perhitungan *cross slope* jalan angkut

No	Segmen	Elevasi sisi pinggir 1 (m)	Elevasi sisi tengah jalan (m)	Elevasi sisi pinggir 2 (m)
1	Front-A	94,50	94	94,63
2	B - C	98,79	99	98,78
3	C - D	100,03	100	100,2
4	E - F	100,99	101	100,97
5	F - G	99,95	100	99,92
6	G - H	102,9	103	102,91
7	H- <i>Disposol</i>	100,89	101	100,92

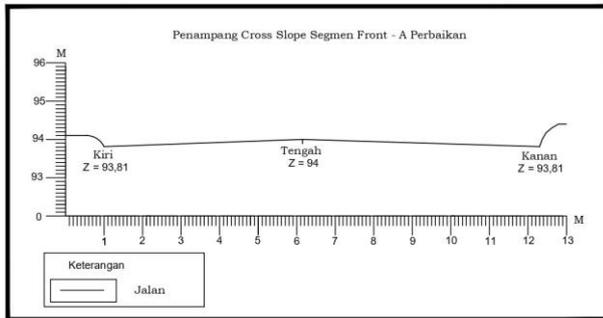
Tabel 6. Hasil analisa *cross slope* jalan angkut

No	Segmen	<i>Cross Slope</i> 1 (m)	<i>Cross Slope</i> 2 (m)	<i>Cross Slope</i> Ideal (m)	Keterangan
1	Front - A	-0,5	-0,23	0,19	Tidak ideal
2	B - C	0,21	0,22	0,19	Ideal
3	C - D	-0,03	-0,2	0,19	Tidak ideal
4	E - F	0,01	0,03	0,19	Tidak ideal
5	F - G	0,05	0,08	0,19	Tidak ideal
6	G - H	0,1	0,09	0,19	Tidak ideal
7	H - <i>Disposol</i>	0,11	0,08	0,19	Tidak ideal



Gambar 7. Segmen jalan *Front - A* aktual

Kondisi dari *cross slope* yang ideal berdasarkan lebar jalan pada segmen jalan *Front - A* yang telah dilakukan perbaikan dengan mengacu pada standar yang digunakan (Gambar 8). Dengan kurangnya angka *cross slope* akan menyebabkan banyak terjadinya genangan air di jalan angkut yang tentunya dapat menghambat kinerja alat angkut. Selain itu, faktor keamanan juga diperhitungkan karena jalanan dapat licin dan berbahaya untuk dilalui kendaraan. Dengan adanya nilai beda tinggi dan *cross slope* yang baik maka air hujan akan mengalir ke bagian pinggir jalan sehingga tidak menghambat kinerja alat angkut.



Gambar 8. Segmen jalan *Front* – A perbaikan

Superelevasi

Superelevasi merupakan badan jalan yang kondisinya akan dimiringkan ke arah titik pusat pada tikungan yang memiliki fungsi mengatasi gaya sentrifugal pada kendaraan pada saat melewati tikungan. *Superelevasi* dapat dicapai secara bertahap atau dimaksudkan dalam keadaan kemiringan yang normal atau sama dengan nol derajat pada bagian jalan yang dalam kondisi lurus hingga kemiringan penuh pada bagian jalan yang dalam kondisi melengkung pada saat melewati tikungan [11].

Superelevasi yang kurang dari standar akan membuat alat angkut mudah terguling saat melewati tikungan dan harus mengurangi kecepatannya agar dapat melalui tikungan. Hal tersebut terjadi karena hilangnya gaya sentrifugal yang disebabkan kondisi tikungan yang tidak sesuai [12].

Superelevasi memiliki tujuan membantu kendaraan dalam mengatasi gaya sentrifugal pada saat melewati tikungan. Dengan adanya *superelevasi*, alat angkut yang digunakan diharapkan tidak akan tergelincir pada saat melewati tikungan meskipun dalam kondisi kecepatan maksimumnya. Selain untuk membantu alat angkut, adanya *superelevasi* yang ideal tidak akan menghambat alat angkut ketika berpapasan karena memiliki dua lajur sehingga dapat memperkecil waktu tempuh dari *front* menuju *disposal*.

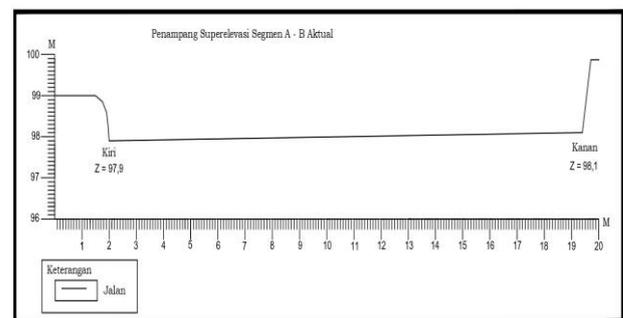
Segmen A – B dan segmen D – E merupakan segmen dengan kondisi jalan tikungan, di mana jari-jari pada segmen A – B adalah sebesar 59,2 m dan jari-jari pada segmen D – E adalah sebesar 49,6 m. Hasil perhitungan *superelevasi* standar berdasarkan jari-jari tikungan pada segmen A - B yaitu sebesar 0,041 m/m dan segmen D – E sebesar 0,049 m/m.

Untuk dapat mencapai *superelevasi* yang sesuai dengan standar yang digunakan, maka perlu dilakukan perbaikan beda tinggi antara kedua sisi jalan tersebut yang disesuaikan dengan lebar jalan aktualnya. Adapun besarnya nilai dari beda tinggi yang harus dibuat agar dapat memenuhi *superelevasi* standar adalah 0,713 m (71,3 cm) pada segmen A – B dan 0,512 m (51,2 cm) pada segmen D – E (Tabel 7).

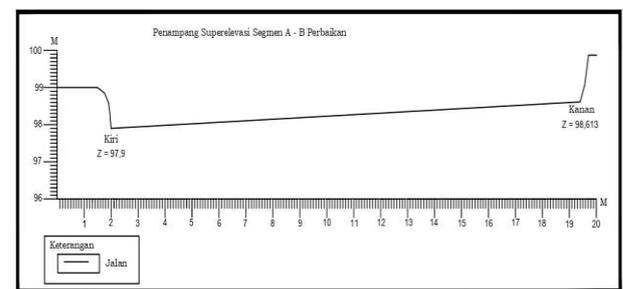
Tabel 7. Hasil analisa *superelevasi* jalan angkut

No	Segmen	Beda Tinggi	Perbaikan Elevasi (mm)	
			Elevasi Sisi Kiri	Elevasi Sisi Kanan
1	A - B	0,2	0	+ 0,713
2	D - E	0	+ 0,512	0

Segmen A-B merupakan jalan tikungan yang memerlukan perbaikan antara sisi kiri dan sisi kanannya tertinggi. Segmen ini merupakan segmen dengan arah belokan mengarah ke kiri sehingga sisi kanan jalan seharusnya lebih tinggi daripada sisi kiri jalan. Dengan perbedaan beda tinggi berdasarkan perhitungan *superelevasi*. Kondisi aktual (Gambar 9) dan perbaikan (Gambar 10) pada segmen A – B telah disesuaikan dengan perhitungan standar yang digunakan.



Gambar 9. Segmen jalan A - B aktual



Gambar 10. Segmen jalan A – B perbaikan

KESIMPULAN

Menurut KEPMEN 1827 lebar minimum pada jalan angkut *overburden* dari *front* penambangan ke *disposal* untuk lebar jalan dalam kondisi jalan lurus adalah sebesar 8,75 meter, sedangkan untuk kondisi jalan tikungan sebesar 15,706 meter. Berdasarkan standar perusahaan, lebar jalan lurus memiliki lebar minimum 10 meter sedangkan jalan tikungan adalah 12 meter. Sesuai dengan kondisi aktual, diperlukan penambahan lebar jalan pada 6 segmen jalan kondisi lurus dan penambahan lebar jalan pada 1 segmen jalan kondisi tikungan. *Grade* standar berdasarkan rencana PT X dan



KEPMEN 1827 yaitu 12% di mana untuk jalan kondisi tanjakan memiliki *grade* maksimum 8% sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan karena telah memenuhi standar ideal. *Cross slope* standar memiliki beda tinggi sebesar 19 cm atau 0,19 m, di mana terdapat enam segmen jalan angkut yang belum memenuhi ketentuan nilai *cross slope* ideal. *Superelevasi* ideal memiliki beda tinggi berkisar 51,2 cm-71,3 cm. Perbaikan kondisi geometri jalan angkut sangat diperlukan agar kinerja alat angkut tidak terganggu, selain itu faktor keamanan dan produktivitas perusahaan juga akan mendapatkan dampaknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahman, MA. Nurhakim. Riswan. Noure, AB. & Joetra, R. (2016). Analisis Kelayakan Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Geometri dan Material Perkerasan Jalan. *Jurnal Geosapta*, 2(2), 113-115.
- [2] Ediyana, IK. Nurhakim & Hakim, RN. (2019). Analisis Geometri Jalan Angkut Tambang pada Kegiatan Pengangkutan Material Tanah Penutup (*Overburden*) pada Tambang Batubara PT Saptaindra Sejati *Job Site* Boro. *Jurnal Himasapta*, 4(1), 49-54.
- [3] KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018, . (2018). *KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018* : 98 - 100.
- [4] Azwari, R. (2015). Evaluasi Jalan Angkut dari *Front* Tambang Batubara menuju *Stockpile Block B* pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia, Desa Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba 2014*, Bandung : Sains dan Teknologi.
- [5] Prodjosumarto, P. (1981). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung : ITB.
- [6] Nanda, MD. 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.
- [7] Sari, AS. Fadillah, A. & Saputra, RA. (2020). Kajian Teknis Analisis Resiko Jalan Tambang Batubara PT Pasir Walannae, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan ITATS Tahun 2020*. Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [8] Riyanto, T. Triantoro, A. Risawan & Olla, YD. (2016). Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri dan Daya Dukung pada Lapisan Tanah Dasar Pit Tutupan Area *Highwall*, *Jurnal Himasapta*, 1(2), 50-56.
- [9] Syukra, F. & Heriyadi, B. (2020). Kajian Teknis Geometri Jalan Angkut Batubara Menuju Pelabuhan Khusus Milik PT Baturona Adimulya untuk Mencapai Target Produksi. *Jurnal Bina Tambang*, 5(3), 49-58.
- [10] Saputra, AW. Saismana, U. Hakim, RN. & Londong, C. (2019). Evaluasi Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Geometri dan Daya Dukung pada Lapisan Tanah Dasar. *Jurnal Geosapta*, 5(1), 13-17.
- [11] Anwar, H. Munir, AS. Umar, EP. Nurwaskito, A. & Adi, SA. (2020). Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang dari *Stockpile* Tanung Gunung ke Pit Damar Selatan pada Penambangan Batubara di PT Sebuku Iron Lateritic Ores (Silo) Kalimantan Selatan. *Jurnal Geosapta*, 6(1), 1-11.
- [12] Rochim, N. Triantoro, A. & Hakim, RN. (2021). Evaluasi Kondisi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri untuk Meningkatkan Produktifitas Alat Angkut pada PT Madhani Talatah Nusantara. *Jurnal Himasapta*, 6(1), 27-32.