

KAJIAN TEKNIS ANALISIS RESIKO JALAN TAMBANG BATUBARA PT. PASIR WALANNAE, KABUPATEN BONE, PROVINSI SULAWESI SELATAN

Avellyn Shinthya Sari^[1], Ahmad Fadillah^[1], Rengga Ade Saputra^[2]

^[1]Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama

^[2]Inspektor Tambang, Direktorat Teknik Lingkungan Mineral dan Batubara

e-mail: avellyn@itats.ac.id

ABSTRAK

Jalan tambang adalah suatu infrastruktur yang vital di dalam lokasi penambangan dan sekitarnya. Jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi-lokasi penting. Dalam kegiatan penambangan, jalan tambang memegang peranan yang sangat penting, karena apabila kondisi jalan tambang yang didesain tidak sesuai dengan sistem penambangan dan spesifikasi alat yang digunakan maka akan menghambat laju kegiatan produksi batubara. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui geometri jalan tambang, Analisa faktor keamanan jalan tambang berdasarkan alat yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa geometri jalan sangat mempengaruhi laju kegiatan penambangan, berdasarkan perhitungan yang dilakukan mengacu pada spesifikasi alat angkut yang digunakan dapat diketahui bahwa untuk kondisi jalan lurus dan lebar jalan minimum yang di sarankan pada pit 101 untuk satu jalur 4,8 meter dan 5,99 meter pada tikungan. Berbeda dengan jalan hauling, didapatkan perhitungan lebar yang disarankan pada jalan lurus satu jalur 5,4 meter dan 7,62 meter pada jalan menikung. Analisa faktor keamanan jalan tambang dipengaruhi oleh perawatan yang dilakukan agar jalan menjadi nyaman dilalui dalam pengangkutan batubara, pemadatan perkerasan dianalisa menggunakan kurva CBR (*California Bearing Ratio*), sesuai dengan spesifikasi alat yang melewati jalan tambang. Pada PT. Pasir Walannae direkomendasikan ketebalan perkerasan jalan yaitu 14 inch atau sama dengan 35,56 cm dengan material batupasir. Langkah ini dilakukan untuk meminimalisi terjadinya genangan air dan lumpur di sepanjang permukaan jalan tambang.

Kata kunci : Geometri jalan tambang, Analisa kontruksi jalan tambang

PENDAHULUAN

Dengan ini operasi penambangan sangat memerlukan jalan tambang sebagai sarana infrastruktur yang vital di dalam lokasi penambangan dan sekitar-nya. Jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi-lokasi penting, antara lain lokasi tambang dengan area *crushing plant*, *waste dump*, area pengolahan, perkantoran, perumahan karyawan dan tempat-tempat lain di wilayah penambangan. Dalam kegiatan produksi penambangan, jalan tambang memegang peranan yang sangat penting, karena apabila kondisi jalan tambang yang didesain tidak sesuai dengan sistem penambangan dan spesifikasi alat akan menghambat laju kegiatan produksi. Kondisi jalan Sangat dipengaruhi oleh tikungan, tanjakan, turunan, atau kombinasi ketiganya. Fungsi utama jalan tambang secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Medan berat yang mungkin terdapat disepanjang rute jalan tambang harus diatasi dengan mengubah rancangan jalan untuk meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja. Masalah jalan tambang biasanya di pengaruhi oleh lajur alat, curah hujan dan dari segi lapisan. Maka geometri dari jalan angkut yang harus di perhatikan diantaranya adalah lebar jalan angkut, jari-

jari tikungan dan super elevasi, kemiringan jalan dan cross slope serta bagun pelengkap.

TINJAUAN PUSTAKA

Tambang batubara PT.Pasir Walannae terletak di Dusun Mari Mario, Desa Massenreng pulu, Kecamatan Lamuru, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan Luas area penambangan 199 Ha berdasarkan IUP Nomor 540/3142/DESDM.

Lebar Jalan Dan Tikungan

Lebar Jalan Lurus

Untuk menentukan lebar pada jalan lurus diambil standar dengan memperhitungkan lebar dari alat angkut. Lebar jalan angkut minimum untuk jalur ganda atau lebih berdasarkan KepMen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 ,“*AASHTO Manual Rulal High Way Design*“ dan PU Bina Marga yaitu lebar jalan angkut tambang mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintasi jalan tersebut paling kurang tiga setengah kali lebar alat angkut untuk dua arah dan dua kali lebar alat angkut untuk jalan tambang satu arah. Pada jalan lurus di tepi kiri dan tepi kanan harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut. Persamaan yang digunakan untuk menentukan lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah :

$$L = n \cdot W_t + (n + 1) (1/2 \times W_t) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- L_{min} = Lebar jalan angkut minimum (m)
- n = Jumlah jalur
- W_t = Lebar alat angkut (m)

Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari pada jalan lurus. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi adanya penyimpangan lebar alat angkut yang disebabkan oleh sudut yang dibentuk oleh roda depan dengan badan truk saat melintasi tikungan. Untuk jalur ganda, lebar jalan minimum pada tikungan dihitung berdasarkan pada Lebar jejak roda, Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok, Jarak antar alat angkut saat bersimpangan, Jarak jalan angkut terhadap tepi jalan.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut minimum pada belokan adalah:

$$W_{min} = 2 (U + F_a + F_b + Z) + C \dots\dots\dots (2)$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + F_a + F_b) \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- W = Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan
- U = Lebar jejak roda
- F = Lebar jantai depan saat membelok
- F_b = Lebar jantai belakang saat bersimpangan
- C = Jarak antar alat angkut saat bersimpangan
- Z = Jarak alat angkut terhadap tepi jalan

Jari – Jari Tikungan

Besarnya jari-jari belokan minimum pada jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Awang Suwandhi, 2004)

$$R = \frac{v^2}{127 (e+f)} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- R = Jari-jari belokan (m)
- e = Superelevasi (mm/m)
- f = Fraktion (-0,000625 . V + 0,19)
- V = Kecepatan rencana kendaraan (km/jam)

Super Elevasi

Untuk menghitung besarnya *superelevasi* maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Awang Suwandhy, 2004).

$$e + f = \frac{v^2}{127 R} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- e = superelevasi
- V = kecepatan kendaraan (km/jam)
- F = koefisien gesekan melintang maksimum

Kemiringan Jalan (Grade %)

Untuk menghitung *grade* pada jalan angkut, dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

Rumus yang digunakan :

$$G = \frac{h}{JD} \times 100 \% \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

- G = kemiringan jalan (%)
- h = Beda tinggi (meter)
- JD = Jarak datar (meter)

Konstruksi Jalan

Tujuan utama perkerasan jalan angkut adalah untuk membangun dasar jalan yang mampu menahan beban pada poros roda yang diteruskan melalui lapisan pondasi sehingga tidak melampaui daya dukung tanah dasar (Sub-grade). Perkerasan jalan angkut dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut : a) Kepadatan lalu-lintas kendaraan.; b) Sifat fisik dan mekanis bahan yang digunakan.; c) Daya dukung tanah dasar

Aspek Pelengkap Dan Keselamatan Jalan Tambang

1. Jarak pandang aman
2. Rambu – rambu pada jalan tambang
3. Lampu penerangan jalan
4. Jalur pengelak untuk menghindari kecelakaan
5. Penirisan Jalan Tambang

Analisa CBR (California Bearing Ratio)

CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1” / 0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1” / 0,2” tersebut.

Tabel 1. Besarnya beban yang dibutuhkan untuk melakukan penetrasi bahan standar

Penetrasi inch	Beban Standar lbs	Beban Standar lbs/inch ²
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

Sumber : Sukiman (1999)

IV. HASIL PENELITIAN

Untuk dapat melakukan pengolahan data dalam penyelesaian masalah yang dihadapi maka diperlukan data-data hasil penelitian, sehingga dari data tersebut dapat dilakukan pengolahan dan menemukan solusi terhadap masalah yang dihadapi. Seperti geometri jalan, konstruksi jalan tambang, aspek pelengkap dan keselamatan jalan tambang.

Penelitian ini difokuskan pada jalan tambang Pit 101 dan Jalan Hauling PT. Pasir Walannae. Berikut ini akan diuraikan data-data hasil penelitian.

Tabel 2. Data Jalan Pit 101

ELEVASI (m)	LEBAR JALAN (m)	KET.
204	6.40	Lurus
210	5.50	Lurus
217	5.20	Tikungan
218	5.20	Lurus
227	6.40	Tikungan
232	5.10	Lurus
233	5.10	Lurus

Tabel 3. Data Jalan Hauling

SEGMENT	ELEVATION	LEBAR JALAN	KET.
A	233	-	STOCKPILE
B	232	-	STOCKPILE
C	233	-	STOCKPILE
D	233	-	STOCKPILE
F	232	8	Lurus
G	217	8	Lurus
H	220	6	Lurus
I	222	5	Tikungan
J	218	5	Lurus
K	221	6	Lurus
L	221	6	Lurus
M	219	6	Tikungan
N	217	5	Lurus
O	216	5	Tikungan
P	216	5	Lurus
Q	215	6	Lurus
R	215	6	Tikungan
S	211	6	Lurus
T	203	5	Lurus
U	196	5	Lurus
V	194	4.3	Tikungan
W	186	8	Lurus
X	190	4	Lurus
Y	198	4	Tikungan
Z	205	8	Lurus
A1	207	8	Lurus
B1	211	4.5	Tikungan
C1	213	5	Lurus
D1	216	8	Lurus
E1	210	8	Lurus

F1	217	8	Tikungan
G1	209	6	Lurus
H1	213	6	Lurus
I1	209	6	Tikungan
J1	216	6	Lurus
K1	212	5	Lurus
L1	210	5	Lurus
M1	220	5	Tikungan
N1	214	4.3	Lurus
O1	199	4.3	Lurus
P1	182	4.3	Lurus
Q1	195	4,5	Lurus
R1	207	4,5	Tikungan
S1	204	4.3	Lurus
T1	194	4.3	Tikungan
U1	194	4.3	Lurus
V1	188	4.3	Lurus
W1	186	4.3	Tikungan
X1	182	4.3	Lurus
Y1	174	3.4	Lurus
Z1	178	3.4	Tikungan
A2	180	3.4	Lurus
B2	182	3.4	Lurus
C2	168	3.4	Lurus
D2	170	3.4	Tikungan
E2	164	3.4	Lurus
F2	156	3.4	Lurus
G2	161	3.4	Lurus
H2	161	3.4	Tikungan
I2	156	3.4	Lurus
J2	134	3.4	Tikungan
K2	141	3.4	Lurus
L2	125	3.4	Tikungan
M2	124	3.4	Lurus
N2	125	3.4	Lurus

Data – data ini kemudian dilakukan pengolahan untuk mendapatkan lebar jalan sesuai dengan spesifikasi alat yang digunakan yaitu Hino500 FG 235 JJ dan Isuzu NMR71. Spesifikasi alat dapat dilihat di lampiran A

Data Kontruksi Jalan Tambang

Pengambilan data kontruksi jalan dilakukan untuk mengetahui ketebalan perkerasan pada jalan hauling, dimana kondisi pada jalan hauling banyak jalan yang tidak merata dan berlubang karena perawatan penambahan material perkerasan yang dilakukan tidak maksimal merata dan teratur. Data yang di dapatkan untuk mengetahui ketebalan material perkerasan yaitu

pengambilan sampel tanah dasar yang akan di uji pada laboratorium dengan berat 20 kg. *Pengolahan Data*

Perhitungan Lebar Jalan Pit 101 dan Jalan Hauling

Untuk HD 125PS dengan lebar alat 2,4 meter, dengan jumlah jalur yang dipergunakan adalah 1, maka :

$$W = 1 \times 2,4 + (1 + 1) \times (0,5 \times 2,4)$$

$$W = 2,4 + (2 \times 1,2)$$

$$W = 4,8 \text{ meter}$$

Untuk HINI 500 FG235 JJ dengan lebar alat 2,7 meter, dengan jumlah jalur yang dipergunakan adalah 1, maka :

$$W = 1 \times 2,7 + (1 + 1) \times (0,5 \times 2,7)$$

$$W = 2,7 + (2 \times 1,35)$$

$$W = 5,4 \text{ meter}$$

Perhitungan Lebar Jalan Tikungan Pit 101 dan Jalan Hauling

Dimensi NMR71HD 125PS memberikan data sebagai berikut :

- $W_2 = 5,20 \text{ m}$
- $u = 2,07 \text{ m}$
- $n = 1$
- $Fa = 1,08 \text{ m}$
- $Fb = 1,20 \text{ m}$
- Jarak as depan ke belakang 3,40 m
- Panjang keseluruhan Truck 5,78 m
- Sudut penyimpangan roda 37°

$$C = Z = 0,5 (1 + 1,08 + 1,20)$$

$$= 0,5 (3,28)$$

$$= 1,64 \text{ meter}$$

Bila menggunakan 1 jalur dengan NMR71HD 125PS maka :

$$W_2 = n \times (u + Fa + Z) + C$$

$$W_2 = 1 \times (2,07 + 1,08 + 1,64) + 1,64$$

$$= 1 \times (4,35 + 1,64)$$

$$= 5,99 \text{ meter}$$

Dimensi HINO 500 FG235 JJ memberikan data sebagai berikut :

- $W_2 =$ Dapat dilihat pada table
- $u = 3,1 \text{ m}$
- $n = 1$
- $Fa = 1,1 \text{ m}$
- $Fb = 1,4 \text{ m}$
- Jarak as depan ke belakang 4,2 m
- Panjang keseluruhan Truck 6,7 meter
- Sudut penyimpangan roda $34-35^\circ$

$$C = Z = 0,5 (1 + 1,1 + 1,4)$$

$$= 0,5 (3,5)$$

$$= 1,75 \text{ meter}$$

Bila menggunakan 1 jalur dengan HINO 500 FG235JJ maka :

$$W_2 = n \times (u + Fa + Z) + C$$

$$W_2 = 1 \times (3,1 + 1,1 + 1,67) + 1,75$$

$$= 1 \times (5,87 + 1,75)$$

$$= 7,62 \text{ meter}$$

Jari – Jari Tikungan Pit 101 dan Jalan Hauling

1. jari – jari tikungan pada pit 101

Diketahui jarak antara poros depan dengan poros belakang (Wb), sedangkan sudut penyimpangan roda depan (α), maka jari-jari minimum tikungan jalan angkut adalah :

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha}$$

ISUZU NMR71 HD125PS

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha} = \frac{3,40}{\sin 37^\circ} = 5,66 \text{ meter}$$

2. Jari – jari tikungan pada jalan hauling

Diketahui jarak antara poros depan dengan poros belakang (Wb), sedangkan sudut penyimpangan roda depan (α), maka jari-jari minimum tikungan jalan angkut adalah :

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha}$$

HINO 500 FG235JJ

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha} = \frac{4,20}{\sin 35^\circ} = 8,4 \text{ meter}$$

Kemiringan Jalan (Grade%)

Tabel 4. Data Ukur Lapangan PIT 101

1. Kordinat segment jalan yang ditentukan

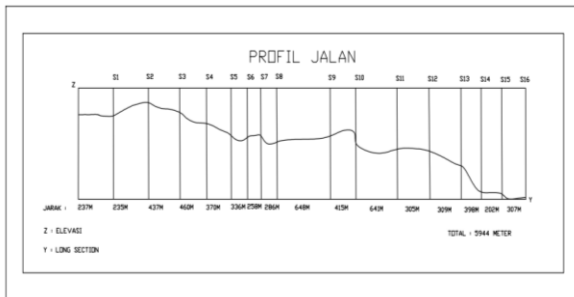
SEGMENT	X	Y	Z
A	826694	9483970	204
B	825871	9484289	210
C	825865	9484299	217
D	825850	9484289	218
E	825788	9484265	227
F	825774	9484241	232
G	825756	9484198	233

2. Beda tinggi dan jarak pada pengukuran lapangan

SEGMENT	BEDA TINGGI	JARAK	GRADE %
A-B	6	10	0.6
B-C	7	6	1,1
C-D	1	15	0.06
D-E	9	62	0.14
E-F	5	14	0.35
F-G	1	18	0.05

Kemiringan jalan (Grade%) pada jalan hauling

Pada jalan hauling keadaan jalan relative landai dan memenuhi syarat kemiringan jalan $<12\%$, sehingga tidak dilakukan perhitungan kemiringan.



Gambar 1. Profil Long Section Jalan Hauling



Gambar 2. Profil Jalan Pit 101

Konstruksi Perkerasan Jalan

Analisa ini disesuaikan dengan berat alat terbesar yang melintasi jalan tambang tepatnya pada jalan hauling. Hasil Analisa ketebalan perkerasan dengan menggunakan perkerasan batupasir sesuai rekomendasi perusahaan yang kemudian dianalisa menggunakan analisa kurva CBR maka di ketahui ketebalan perkerasan jalan hauling yang di perlukan.

Tabel 4. Berat Kosong dan Berat Muat Alat

Type Alat	Hino500 FG 235 JJ
Berat Kosong Alat	5,210 ton
Bucket Pengisian	24 kali pengisian
Ukuran Bucket	0.8 ton (Pc200)

$$= 24 \times 0.8 = 19.2 \text{ ton}$$

$$= 5.210 + 19.2$$

$$= 24.41 \text{ ton}$$

Atau sama dengan 53.702 lbs (pounds)

V. PEMBAHASAN

Jalan Tambang

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan mengacu pada spesifikasi alat angkut yang digunakan dapat diketahui bahwa untuk kondisi jalan lurus dan lebar jalan minimum yang di sarankan untuk satu jalur 4,8 meter dan 5,99 meter pada tikungan. Sedangkan untuk menggunakan dua jalur jalan lurus lebar minimum yang di sarankan 8,4 metet dan 11,98 meter pada tikungan.

Berbeda dengan jalan hauling yang didapatkan perhitungan lebar yang di sarankan pada jalan lurus satu jalur 5,4 meter dan 7,62 meter pada jalan menikung. Pada dua jalur 9,45 meter dan 15,24 pada jalan menikung.

Kenyataan yang ada dilapangan berdasarkan pengamatan dan pengukuran pada jalan lurus dan jalan menikung ada yang belum memenuhi persyaratan sehingga harus dilakukan perawatan dan perbaikan lebar jalan,

Adapun lebar jalan yang belum memenuhi persyaratan dan perlu dilakukan penambahan lebar

Pada pengamatan lapangan tidak terdapat *cross slope* dan *drenage* kerana penambangan menggunakan *system open pit metode selectif mining*, dimana setelah cadangan habis tertambang langsung dilakukan tahap penutupan pit dan reklamasi.

Kebutuhan *cross slope dan drenage* perlu di pertimbangkan untuk ketahanan jalan saat kegiatan produksi berlangsung terutama pada pit 101 dan jalan hauling, dimana ketika debit air naik maka dapat membuat kerusakan pada jalan dan mengurangi waktu efektif jalan produksi pengangkutan serta dapat menimbulkan resiko seperti alat angkut terpelant keluar dari jalur jalan tambang.

Super Elevasi

Permasalahan Superelevasi erat kaitannya dengan jari-jari tikungan. Suatu tikungan akan dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut apabila radius tikungannya lebih besar atau minimal sama dengan jari-jari lintasan yang dimiliki oleh alat angkut yang digunakan. Kecepatan rencana yang digunakan adalah 30 km/jam atau 18,65 mph. Sedangkan koefisien gesekan untuk perencanaan/perancangan secara matematis dapat dihitung dengan :

Untuk $V_{rencana} < 80 \text{ km/jam}$.

$$f = -0,00065 \cdot V + 0,192$$

Dengan demikian harga koefisien gesekan dengan $V_{rencana} 30 \text{ km/jam}$ adalah :

$$f = -0,00065 \cdot 30 + 0,192$$

$$= -0,0195 + 0,192$$

$$= 0,1725$$

$$\text{Rumus yang digunakan} : e + f = \frac{v^2}{127 \cdot R}$$

Jadi super elevasi masing-masing tikungan adalah :
 Tikungan Pit 101 :

$$e = (R = 5,66)$$

$$e = \frac{30^2}{127 \cdot 5,66} - 0,1725$$

$$= 0,399 \text{ mm/m}$$

Jadi super elevasi masing-masing tikungan adalah : = 68.9 mph

Tikungan jalan Hauling :

$$e = (R = 8,4)$$

$$e = \frac{30^2}{127,8,4} - 0,1725$$

$$= 0,593 \text{ mm/m}$$

Setelah angka super elevasi diketahui maka dapat diketahui perbedaan tinggi yang harus dibuat antara sisi dalam dan luar tikungan. Berdasarkan perhitungan angka super elevasi maka di dapatkan perhitungan beda tinggi sebagai berikut:

Pit 101 : $\text{tg } \alpha = 0,399$: maka $\alpha = 18,88^\circ$

(beda tinggi) $\alpha = r \times \sin \alpha$

$$= 5,66 \text{ meter} \times \sin 18,88^\circ$$

$$= 1,83 \text{ meter}$$

Jalan Hauling : $\text{tg } \alpha = 0,395$: maka $\alpha = 3,22^\circ$

(beda tinggi) $\alpha = r \times \sin \alpha$

$$= 8,4 \text{ meter} \times \sin 3,22^\circ$$

$$= 0,47 \text{ meter}$$

Dengan penggunaan angka super elevasi 0,04 maka beda tinggi (a) yang harus dibuat adalah :

Pit 101 PT. Pasir Walannae

$$\text{tg } \alpha = 0,04 ; \text{ maka } \alpha = 2,29^\circ$$

$$\alpha = r \times \sin \alpha$$

$$= 5,66 \text{ meter} \times \sin 2,29^\circ$$

$$= 0,22 \text{ meter}$$

Jalan hauling PT. Pasir Walannae

$$\text{tg } \alpha = 0,04 ; \text{ maka } \alpha = 2,29^\circ$$

$$\alpha = r \times \sin \alpha$$

$$= 8,4 \text{ meter} \times \sin 2,29^\circ$$

$$= 0,33 \text{ meter}$$

Jadi beda tinggi yang harus dibuat antara sisi dalam dan sisi luar tikungan adalah 0,22 meter untuk pit 101 dan 0,33 meter untuk jalan hauling. Kecepatan alat angkut saat melewati tikungan dengan super elevasi 0,04 akan lebih tinggi dari kecepatan rencana. Kecepatan alat angkut saat melewati tiap tikungan dengan super elevasi 0,04 adalah :

Pit 101 $V = \sqrt{[(e + f) \times 127 \times R]}$

$$V = \sqrt{[(0,04 + 0,1725) \times 127 \times 5,66]}$$

$$= 11,1 \text{ km/jam} \text{ atau sama dengan}$$

Sedangkan perhitungan pada jalan hauling didapatkan hasil sebagai berikut :

$$V = \sqrt{[(e + f) \times 127 \times R]}$$

$$V = \sqrt{[(0,04 + 0,1725) \times 127 \times 8,4]}$$

$$= 13,5 \text{ km/jam} \text{ atau sama dengan}$$

$$= 83,8 \text{ mph}$$

Jarak Pandang dan Jarak Berhenti

Jarak pandang dan jarak berhenti juga merupakan bagian yang mempunyai arti penting dalam geometri jalan angkut. Sebab jika jarak pandang lebih kecil dari jarak berhenti maka akan terjadi kondisi kerja yang tidak aman. Pada jalan angkut pit 101 memiliki jarak pandang yang terbuka tidak terhalang oleh pepohonan sehingga jarak pandang dan jarak berhenti masih aman untuk dilalui dengan kecepatan tertentu mulai dari 35 km/jam – 45 km/ jam.

Kondisi permukaan jalan angkut selama dilakukan pengamatan sangat tidak memungkinkan bagi alat angkut untuk melaju dengan stabil pada kecepatan rencana pada jalan hauling. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kecepatan maksimum yang dapat tercapai oleh alat angkut berbeda-beda untuk kondisi jalan lurus maupun tikungan. Sehingga jarak berhentinya juga berbeda menyesuaikan dengan kecepatan maksimum yang dapat dicapai alat angkut. Kecepatan rata – rata jarak pandang dan jarak berhenti 40 km/jam – 50 km/jam dengan jarak pandang 35 meter pada jalan lurus dan 25 meter pada jalan menikung.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan mengacu pada spesifikasi alat angkut yang digunakan dapat diketahui bahwa untuk kondisi jalan lurus dan lebar jalan minimum yang di sarankan pada pit 101 untuk satu jalur 4,8 meter dan 5,99 meter pada tikungan. Sedangkan untuk menggunakan dua jalur, pada jalan lurus lebar minimum yang di sarankan 8,4 metet dan 11,98 meter pada tikungan. Berbeda dengan jalan hauling, didapatkan perhitungan lebar yang di sarankan pada jalan lurus satu jalur 5,4 meter dan 7,62 meter pada jalan menikung. Pada dua jalur 9,45 meter dan 15,24 pada jalan menikung. Perhitungan geometri jalan yang ada pada jalan hauling belum memenuhi syarat, karena kondisi lebar jalan saat ini hanya satu jalur dengan rata – rata lebar pada jalan lurus 4 - 5 meter dan 5 meter pada jalan menikung. Perlu dilakukan pelebaran jalan untuk memenuhi standar minimum. Di beberapa titik lebar jalan harus di lakukan penambahan lebar agar alat dapat bekerja

lebih efektif. Pada jalan menikung tidak terdapat super elevasi yang membuat alat tidak dapat melaju dengan kecepatan tinggi pada saat menikung. Kondisi jalan seperti ini juga dapat membuat alat yang sedang memuat batubara dapat terpelempar keluar dari jalur. Berdasarkan analisa yang dilakukan menggunakan table rekomendasi angka super elevasi dengan berbagai macam jari – jari tikungan serta kecepatan alat, didapatkan perhitungan penambahan super elevasi pada pit 101 adalah 0,22 meter dan 0,33 meter pada jalan hauling. Dengan demikian kecepatan kendaraan bisa lebih tinggi yaitu 11,1 km/jam (68,9 mph) pada pit 101 dan 13,5 km/jam (83,8 mph) pada jalan hauling.

2. Pembuatan crossslope tidak dilakukan pada setiap jalan yang ada pada PT.Pasir Walannae sehingga selalu mengalami perbaikan permukaan jalan. Agar dapat maksimal maka harus dilakukan perkerasan jalan yang baik dan merata, berdasarkan analisa CBR, ketebalan perkerasan yang dapat dilakukan yaitu 14 inch atau sama dengan 35,56 cm. sehingga dapat mengurangi masalah genangan air dan lumpur pada permukaan jalan. Serta perlu dilakukan perbaikan system saluran dan perawatan saluran agar tidak terjadi genangan air dan lumpur pada permukaan jalan. Pada pengamatan lapangan direkomendasikan menggunakan system saluran trapesium karena mudah dalam perawatan dan pengontrolannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon., (1992), *Caterpillar Performance Handbook*, Caterpillar Inc, Peoria, Illinois.
- Djoko Untung Soedarsono Ir. (1979). “Konstruksi Jalan Raya”, Penerbit Badan Pekerja Umum Jak-Sel,
- Fanani, Y. dan Destinaba, R. (2019) “Analisa Model Matematika Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck (Studi Kasus : PT. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan),” *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan*, 1(1), hal. 176–179.
- Furqon, Ph.D. (1997). “ Statistiek Terapan Untuk Penelitian”, Alfabet Bandung Cetakan Pertama.
- Hays R. M., (1989), *Dozer*, “*Surface Mining 2nd Edition*”, B.A.Kennedy (Ed), Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., Colorado, pp.716–723.
- Hays R. M., (1989), *Truck*, “*Surface Mining 2nd Edition*”, B.A.Kennedy (Ed), Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., Colorado, pp.672– 686.
- Partanto Projasumarto, Ir., (1993). ”Jalan Angkut Tambang”, Direktorat Jendral Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, Bandung.
- Silvia Sukirman,. (1999). ” Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Penerbit Nova, Bandung.
- Shirley L.H., (2000), *Perencanaan Teknik Jalan Raya (Penuntun Praktis)*, Politeknik Negeri Bandung-Jurusan Teknik Sipil, Bandung, 377 p.
- Sunggono, K.H., (1995), *Buku Teknik Sipil*, Penerbit Nova, Bandung, pp 363 – 386.