

Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara menuju Stockpile Block B pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia, Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi

¹Rudy Azwari

¹Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

email: ¹rudy.azwari@gmail.com

Abstrak. Fungsi utama jalan angkut secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Medan berat yang mungkin terdapat disepanjang jalan angkut harus diatasi dengan mengubah rancangan jalan untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan kerja. Untuk pencapaian target produksi Batubara sebesar 1.000.000 ton/tahun, jalan angkut memberikan kontribusi yang besar bagi kelancaran dalam operasi pengangkutan jika geometri jalan sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, geometri jalan dinilai teramat sempit untuk pergerakan alat angkut dan dapat membahayakan bagi pengguna jalan yang lain. Berdasarkan perhitungan *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design 1973*, lebar minimum jalan angkut agar dapat dilalui dengan baik oleh Dump Truck Scania P420 yang melintas adalah 9 meter untuk jalan lurus dan 14 meter untuk jalan tikungan Kemiringan pada tikungan (*Superelevasi*) harus di buat berkisar antara -195,763 mm/m sampai 1,246 mm/m supaya alat angkut bisa melewati tikunga dengan kecepatan maksimal. Berdasarkan lebar jalan yang dibuat, *cross slope* yang harus dibuat yaitu sebesar 18,75 cm terhadap sisi jalan agar badan jalan tidak digenangi oleh air. Daya dukung material yang ada dapat diklasifikasikan bahwa material daya dukung tanah untuk jalan angkut termasuk dalam kategori Compact gravel and boulder-gravel formation; very compact sandy gravel yang memiliki daya dukung tanah sebesar 20.000 psf. Dengan nilai daya dukung material sebesar 20.000 psf, maka dapat menahan beban yang didistribusikan pada permukaan jalan sebesar 17.601,234 psf.

Kata kunci: Lebar jalan angkut, Superelevasi, Cross slope, Daya dukung material

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Berdasarkan permintaan pasar akan Batubara yang semakin meningkat mengakibatkan semakin banyak berdirinya perusahaan-perusahaan pertambangan Batubara di Indonesia termasuk di Propinsi Jambi, salah satunya adalah PT Minemex Indonesia. PT Minemex Indonesia telah melakukan kegiatan operasi produksi berdasarkan pada wilayah IUP operasi produksi seluas 3.700 hektar.

Metode penambangan yang diterapkan adalah metode tambang terbuka dimana dalam pengoperasiannya digunakan *Excavator EC460 BLC* sebagai alat gali muat dan *Dump Truck Scania P420* sebagai alat angkut. Salah satu kegiatan penambangan yang dapat mempengaruhi produksi adalah pengangkutan. Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pengangkutan antara lain kondisi jalan, kondisi peralatan, kondisi cuaca dan lain sebagainya.

Alat angkut tidak bisa beroperasi secara optimal dikarenakan kondisi jalan angkut (*Hauling*) yang sempit, tanjakan yang curam, permukaan jalan licin dan lainnya. Dengan adanya permasalahan tersebut maka diperlukan evaluasi teknis mengenai kondisi Geometri jalan angkut (*Hauling*) dari *front* tambang Batubara ke *stockpile* pada

sektor penambangan *BlockB* agar proses pengangkutan Batubara dapat berjalan dengan lancar dan aman. Dengan adanya evaluasi teknis terhadap jalan angkut diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan proses pengangkutan Batubara sehingga produktivitas alat angkut meningkat dan target produksi Batubara dapat tercapai.

2. Tujuan

Tujuan dari kegiatan penelitian ini terdiri dari :

1. Menentukan geometri jalan angkut PT Minemex Indonesia yang menggunakan alat angkut *Dump Truck Scania P420*
2. Menentukan Superelevasi
3. Menentukan *Cross Slope*

B. Landasan Teori

Fungsi utama jalan angkut adalah untuk menunjang kelancaran operasional pengangkutan dalam kegiatan penambangan. Alat angkut umumnya berdimensi besar, oleh sebab itu, geometri jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan agar dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman. Berikut geometri jalan angkut yang harus diperhatikan pada umumnya, yaitu:

1. Lebar jalan Angkut

Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda atau lebih, menurut The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design 1973, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan (lihat gambar 3.1). Dari ketentuan tersebut dapat digunakan cara sederhana untuk menentukan lebar jalan angkut minimum, yaitu menggunakan rule of thumb atau angka perkiraan, dengan pengertian bahwa lebar alat angkut sama dengan lebar lajur.

Tabel 1
Lebar Jalan Angkut Minimum

JUMLAH LAJUR TRUCK	PERHITUNGAN	LEBAR JALAN ANGKUT MIN.
1	$1 + (2 \times \frac{1}{2})$	2,00
2	$2 + (3 \times \frac{1}{2})$	3,50
3	$3 + (4 \times \frac{1}{2})$	5,00
4	$4 + (5 \times \frac{1}{2})$	6,50

Seandainya lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan masing-masing adalah W_t dan n , maka lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L_{\min} = n \cdot W_t + (n + 1) (\frac{1}{2} \cdot W_t) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : L_{\min} = lebar jalan angkut minimum (m)
 n = jumlah lajur
 W_t = lebar alat angkut, (m)

Dengan menggunakan ilustrasi pada Gambar 3.2 dapat dihitung lebar jalan minimum pada belokan, yaitu seperti terlihat di bawah ini:

Dimana : W_{\min} = lebar jalan angkut minimum pada belokan, m

U	=	lebar jejak roda (center to center tires), m
Fa	=	lebar jantai (overhang) depan, m
Fb	=	lebar jantai belakang, m
Z	=	lebar bagian tepi jalan, m
C	=	jarak antar kendaraan (total lateral clearance), m

2. Kemiringan dan Superelevasi Jalan Angkut

Kemiringan jalan umumnya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut truck berkisar antara 10% – 15% atau sekitar $6^\circ - 8,50^\circ$. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan maksimum sekitar 8% ($= 4,50^\circ$).

3. Kemampuan Alat Angkut dalam Mengatasi Tanjakan

Untuk menghitung besarnya rimpull dapat digunakan rumus di bawah ini :

$$\text{Rimpull tersedia (lb)} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{Efisiensi Mekanis}}{\text{kecepatan (mph)}}$$

Di mana :

RP	=	Rimpull, (lb)
HP	=	daya mesin, (HP)
EM	=	efisiensi mekanis
V	=	kecepatan truk, (mph)

4. Cross Slope

Angka cross slope pada jalan angkut dinyatakan dalam perbandingan jarak vertical dan horizontal dengan satuan mm/m. Pada konstruksi jalan angkut surface mining besarnya cross slope yang dianjurkan mempunyai ketebalan antara $\frac{1}{4}$ sampai $\frac{1}{2}$ inch untuk tiap feet jarak horizontal atau sekitar 20 mm sampai 40 mm untuk tiap meter.

C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

a. Lebar Jalan Angkut

Setelah mengetahui spesifikasi dari Dump Truck Scania P420, bisa dilakukan perhitung lebar minimum jalan angkut yang memenuhi standar AASHTO. Berikut hasil perhitungan lebar jalan lurus:

$$\begin{aligned} L &= n \cdot W_t + (n + 1) 0,5 \cdot W_t \\ L &= 2 \times 2,6 + (2 + 1) 0,5 \times 2,6 \\ &= 9,1 \text{ meter} \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan lebar jalan angkut pada tikungan :

$$\begin{aligned} W &= 2 (U + F_a + F_b + Z) + C \\ &= 2 (1940 + 1511 + 1055 + 1759,893) + 1759,893 \\ &= 2 (6265,893) + 1759,893 \\ &= 12531,786 + 1759,893 \\ &= 14291,679 \text{ mm} \\ &= 14,3 \text{ meter} \end{aligned}$$

b. Superelevasi

Kecepatan rencana yang digunakan pada jalan tamabng adalah 30 km/jam. Sedangkan koefisien gesekan untuk perencanaan/perancangan secara matematis dapat dihitung dengan :

Untuk V rencana < 80 km/jam .

$f =$

Harga koefisien gesekan dengan V rencana 30 km/jam (< 80 km/jam) adalah :

$f =$

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

$$= 0,2205$$

Dimana :

$e =$ super elevasi (mm/m)

$V =$ kecepatan rencana(30 km/jam)

$R =$ Jari-jari tikungan

$f =$ factor gesek(0)

Jadi nilai super elevasi dalah (contoh perhitungan) :

$$0+070 : (R= 38,075)$$

$$e = \frac{30^2}{127 \cdot 38,075} - 0,2205$$

$$= -0,034 \text{ m/m atau } -34,378 \text{ mm/m}$$

c. Kemampuan Alat Angkut dalam Mengatasi Tanjakan

Berdasarkan spesifikasi teknis Dump truk scania P420 4x8, diketahui :

- Berat bermuatan = 50,075 ton
- Berat kosong = 19,075 ton
- Tenaga kuda = 420 HP

Tabel 2
Faktor Efisiensi Alat

Keadaan Medan	Keadaan Alat			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0,85	0,81	0,76	0,70
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65
Biasa	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,65	0,52

Untuk mengetahui kemampuan tanjakan Scania P420 dapat dihitung sebagai berikut :

1. Bermuatan

- Rimpul yang diperlukan :

- ✓ Rimpul untuk mengatasi tanjakan misal (grade = a %)
- ✓ $50,075 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton}/\% \text{ grade} = (1001,5 \times a \% \text{ grade}) \text{ lb}$
- ✓ Rimpul untuk mengatasi tahanan gulir
- ✓ $50,075 \text{ ton} \times 100 \text{ lb/ton} = 5007,5 \text{ lb}$
- ✓ Rimpul untuk mengatasi percepatan

- ✓ 50,075 ton x 20 lb/ton = 1001,5 lb
- ✓ Total rimpull yang diperlukan = (1001,5 x a %) lb + 5007,5 lb

• Rimpull yang tersedia:

Besarnya rimpull yang tersedia pada dump truck dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{eff.mesin}}{\text{kecepatan (mph)}}$$

Diketahui bahwa kecepatan maksimum yang tersedia pada gigi 1 dengan efisiensi mesin 85 % adalah 6,101 mph maka :

$$\begin{aligned} \text{Rimpull pada gigi 1} &= \frac{375 \times 420 \times 85\%}{6,101} \\ &= 21994,790 \text{ lb} \end{aligned}$$

Agar Scania mampu bergerak, jumlah rimpull yang diperlukan harus sama dengan rimpull yang tersedia. Keadaan tersebut akan terjadi bila tanjakan (a%) jalan angkut sebesar :

Rimpull yang diperlukan :

- ✓ Rimpull untuk mengatasi tanjakan misal (grade = a %)
50,075 ton x 20 lb/ton/%grade = (1001,5x a%grade) lb
- ✓ Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir
50,075 ton x 100 lb/ton = 5007,5 lb
- ✓ Rimpull untuk mengatasi percepatan
50,075 ton x 20 lb/ton = 1001,5 lb
- ✓ Total rimpull yang diperlukan = (1001,5 x a %) lb + 5007,5 lb
5007,5 lb + (1001,5 x a %)lb = 21994,790 lb
1001,5 x a % = 16987,29 lb
a % = 16.961

Jadi tanjakan yang mampu diatasi oleh Scania P420 adalah 16,961 % = 17 %

2. Pembahasan

Pengamatan dan pengukuran lebar jalan angkut di lapangan mendapatkan hasil bervariasi yaitu berkisar antara 5 – 15 meter. Alat angkut yang digunakan yaitu Dump Truck Scania P420 dengan spesifikasi. Pengolahan data menggunakan standar berdasarkan ketentuan (AASHTO) Manual Rural High Way Design 1973.

Tabel 3
Penambahan Lebar Jalan Lurus

NO	STASIUN	LEBAR JALAN	PENAMBAHAN LEBAR JALAN
1	0+000	15.6	-
2	0+010	9.5	-
3	0+020	8.7	0.3
4	0+030	6.8	2.2
5	0+040	5.4	3.6

Tabel 4
Penambahan Lebar Jalan Tikungan

NAMA TIKUNGAN	STASIUN	LEBAR JALAN	PENAMBAHAN LEBAR JALAN
T1	0+070	9.5	4.5
	0+080	11.1	2.9
	0+090	12.4	1.6

Pada pengamatan di lapangan ada beberapa tikungan yang belum memiliki nilai superelevasi standar, menyebabkan kecepatan alat angkut pada saat melewati tikungan akan lebih lambat dan apabila suatu alat angkut melewati tikungan dengan kecepatan tinggi maka alat angkut kemungkinan besar akan mengalami kecelakaan.

Tabel 5
Superelevasi

NAMA TIKUNGAN	STASIUN	Jarak Miring	LEBAR JALAN (m)	JARI-JARI TIKUNGAN (m)	Super elevasi (m/m)	SUPER ELEVASI (mm/m)	SUDUT ELEVASI (°)	BEDA TINGGI (m)
T1	0+070	10	9.5	38.075	-0.034	-34.378	-1.969	-0.491
	0+080	10	11.1	81.568	-0.134	-133.621	-7.611	-1.892
	0+090	10	12.4	142.866	-0.171	-170.897	-9.698	-2.407

$$\begin{aligned} \text{tg} &= r \times \sin \text{ Super elevasi (m/m)} \\ 0+070 &: \text{tg} = -0,034; \text{ maka } = -1,969^\circ \\ & a = r \times \sin \\ & = 14,3 \text{ meter} \times \sin -1,969^\circ \\ & = -0,491 \text{ meter} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan kemampuan alat angkut dalam mengatasi tanjakan di dapat perhitungan 17 %, dengan data pengamatan di lapangan kemiringan tanjakan hanya 13%, dengan kemiringan tanjakan 13% dengan alat angkut scania P420 yang mampu melewati tanjakan maksimal 17% .

Jalan angkut yang baik memiliki cross slope $\frac{1}{4}$ ipf atau 41,67 mm/m. Ini berarti setiap 1 meter jarak mendatar terdapat beda tinggi sebesar 4,167 cm.

Sehingga untuk jalan angkut dengan lebar 9 m (duajalur) mempunyai beda ketinggian pada poros jalan sebesar :

- Duajalur :
 $a = \frac{1}{2} \text{lebarjalan}$
 $= \frac{1}{2} \times 9 \text{ m}$
 $= 4,5 \text{ m}$

Sehingga beda tinggi yang harus dibuat adalah:

$$\begin{aligned} b &= 4,5 \text{ m} \times 0,04167 \text{ m/m} \\ &= 0,1875 \text{ m} \\ &= 18,75 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi agar jalan angkut memiliki cross slope yang baik maka bagian tengah jalan angkut harus memiliki beda tinggi sebesar 18,75 cm terhadap sisi jalan.

Berikut merupakan cara perhitungan daerah kontak dan distribusi beban terhadap permukaan jalan angkut.

1. Roda Depan

- Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb))= 16524 (36418,896)
- 1 kg = 2,204 lb
- 1 psi= 144 psf
- Jumlah ban = 4 buah
- Tekanan udara ban depan = 90 psi

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$36418,896 \text{ lb} : 4 = 9104,742 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas daerah kontak (in}^2 \text{)} &= \frac{0,9 \times \text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Tekanan udara pada ban}} \\ &= \frac{0,9 \times 9104,742 \text{ lb}}{90 \text{ psi}} \\ &= 91,047 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Beban yang diterima permukaan jalan} = \frac{\text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Luas daerah kontak(in}^2 \text{)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban yang diterima permukaan jalan} &= \frac{9104,742 \text{ lb}}{91,047 \text{ in}^2} = 100 \text{ psi} \\ &= 14400 \text{ psf} \end{aligned}$$

2. Roda Belakang

- Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb))= 33550,25 (73944,751)
- Jumlah ban = 8 buah (terdiri dari 4 set roda ganda)
- Tekanan udara ban = 110 psi
- Ekuivalen beban roda tunggal = 1,2

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$73944,751 \text{ lb} : 8 = 9243,093 \text{ lb}$$

Karena roda belakang merupakan roda ganda, maka beban tiap roda harus dikalikan dengan Ekuivalen beban roda tunggal, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Beban ekuivalen tiap set roda} &= 1,2 \times 9243,093 \text{ lb} \\ &= 11091,711 \text{ lb.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas daerah kontak (in}^2 \text{)} &= \frac{0,9 \times \text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Tekanan udara pada ban}} \\ &= \frac{0,9 \times 11091,711 \text{ lb}}{110 \text{ psi}} \\ &= 90,744 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Beban yang diterima permukaan jalan} = \frac{\text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Luas daerah kontak(in}^2 \text{)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban yang diterima permukaan jalan} &= \frac{11091,711 \text{ lb}}{90,744 \text{ in}^2} = 122,230 \text{ psi} \\ &= 17601,234 \text{ psf} \end{aligned}$$

Tabel 6
Daya Dukung Material

Material	1,000 psf
Hard, sound rock	120
Medium hard rock	80
Hard pan Overlying rock	24
Compact gravel and boulder-gravel formation;very compact sandy gravel	20
Soft rock	16
Loose gravel and sandy gravel; compact sand and gravelly sand;very compact-inorganic silt soil	12
Hard dry consolidated clay	10
Loose coarse to medium sand;medium compact fine sand	8
Compact sand-clay soils	6
Loose find sand; medium compact sand- inorganic silt soils	4
Firm or siff clay	3
Loose saturated sand cly soils, medium soft clay	2

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat diklasifikasikan bahwa material daya dukung tanah untuk jalan angkut PT Minemex Indonesia termasuk dalam kategori *Compact gravel and boulder-gravel formation;very compact sandy gravel* yang memiliki daya dukung tanah sebesar $20 \times 1000 \text{ psf} = 20.000 \text{ psf}$. Dengan nilai daya dukung material sebesar 20.000 psf, maka dapat menahan beban pada permukaan jalan sebesar 17.601,234 psf.

D. Kesimpulan

Dari hasil kegiatan penelitian dan perhitungan di dapatkan kesimpulan :

- a. Jalan angkut yang ada sekarang masih ada beberapa bagian jalan yang belum memenuhi syarat lebar minimum untuk jalan angkut dua jalur, sehingga memerlukan penambahan lebar pada kondisi lurus dan tikungan. Hasil perhitungan lebar minimum jalan angkut lurus dan tikungan dengan alat angkut Scania P420 :
 - ✓ Lebar minimum jalan lurus = 9 meter
 - ✓ Lebar minimum jalan tikungan = 14 meter
- b. Ada beberapa tikungan yang belum terdapat superelevasi, sehingga memerlukan pembuatan superelevasi agar alat angkut dapat melaju sesuai dengan kecepatan. Nilai superelevasi yang harus dibuat pada tikungan berkisar antara -195,763 mm/m sampai 1,246 mm/m.
- c. Untuk *Cross slope* (kemiringan melintang) jalan angkut bagian tengah harus memiliki beda tinggi sebesar 18,75 cm terhadap sisi kanan dan kiri jalan agar air hujan tidak menggenangi badan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

Arif wandy, dan Gatut S.Adisumo. (2000) Perencanaan Tambang, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.

American Association of State Highway and Transportation Officials (ASSHTO) Manual Rural Highway “Perencanaandan Design Jalan Angkut”

Maryanto, (2008), Pengantar Perencanaan Tambang, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA, Bandung.

Prodjosumarto, Partanto dan Zaenal. (2000), Tambang Terbuka, Buku Ajar, Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA, Bandung.

Rochmanhadi, (1985,) Alat Berat &Penggunaannya , Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta.

Suwandhi, Awang, (2004), Perencanaan Jalan Tambang, Diktat Perencanaan Tambang Terbuka, Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA, Bandung.

Suwarno, N., ef al, 1992, skala peta 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

W.kaufman, Walter and C.Ault, James (1977) Society of Mining Design of Surface Mine Haulage Road- A manual, United States Departement of The Interior , Berau of Mine.