

Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Andesit ke Crusher II pada Penambangan Batu Andesit di PT Gunung Kecapi, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa

Road Transport Evaluation from Front Tambang Andesit to Crusher II in Batu Andesit Coals in PT Gunung Kecapi, Kabupaten Purwakarta, Java Province

¹Kurniawan Nur Pratomo, ²Dono Guntoro ³Dudi Nasrudin Usman

^{1,2}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,*

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹kurniawan.nur90@gmail.com

Abstract. For the achievement of the target production of Andesite of 45,000 tons/month, road transport contributes to smoothness in operation transport if the road geometry in accordance with the dimensions of transport tools used. Direct observation found in the field, Geometry graded road exceedingly narrow for the movement of a conveyance And jeopardize road users another. Based on the calculation of the american association of state highway and transportation officials (aashto) manual rural high way design 1973, minimum width of the road which can be passed well by truck Komatsu HD 180-D Is 10.5 a meter for straight road and 14 feet for the road bend. Calculation based on The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual on Rural High Way Design minimum width of 1973, road transport in order to pass well by Dump trucks Komatsu HD 180-D drift is 10.5 meters to 14 meters and go straight to the street corner. Superelevasi with a range of between 0,041 m / m until 0,091 m / m in order to able the truck get past the bend with the maximum speed. Based on the width the made , cross slope to be made is 21,877 cm against the side of the road to avoid watery road. The materal ability in field be placed in the category of medium hard rock having capacity of 80,000 psf. With the capacity of material 80,000 psf, It can hold burden to distributed on the road surface as big as 12.320,64 psf. for supporting security and safety in road transport is made the stopping distance on a straight path i.e. 13.599 15.364 metres and to a stopping distance on the bend from 8 to 14 feet. For safety berm need to be made as high as 1.356 metres. Travel time dump truck Komatsu HD 180 - D not charged before road improvement is 390,501 seconds and After conducting a decrease in the slope of the road Then travel time dump truck is not charged is 341,139 seconds , faster \pm 49,362 seconds.

Keywords: Road Transport Width, slope of Road Transport, and travel time

Abstrak. Dalam suatu aktivitas penambangan, banyak faktor yang mempengaruhi terhadap aspek ketercapaian produksi, salah satunya yaitu jalan angkut. Jalan angkut memberikan kontribusi yang besar bagi kelancaran dalam operasi pengangkutan jika geometri jalan sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan, maka target produksi Andesit sebesar 45.000 ton/bulan dapat tercapai. Kondisi lapangan saat ini secara geometri jalan dinilai tidak representatif untuk pergerakan alat angkut dan dapat mengganggu aktivitas penambangan. 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 Komatsu HD 180 - D yang melintas adalah 10,5 meter untuk jalan lurus dan 14 meter untuk jalan tikungan. Kemiringan pada tikungan (Superelevation) dengan kisaran antara 0,041 m/m sampai 0,091 m/m agar alat angkut bisa melewati tikungan dengan kecepatan maksimal. Berdasarkan lebar jalan yang dibuat, cross slope yang harus dibuat yaitu sebesar 21,877 cm terhadap sisi jalan agar badan jalan tidak digenangi oleh air. Daya dukung material yang ada dapat diklasifikasikan dalam kategori Medium hard rock yang memiliki daya dukung tanah sebesar 80.000 psf. Dimana nilai tersebut dapat menahan beban yang didistribusikan pada permukaan jalan sebesar 12.320,64 psf. Untuk pendukung keamanan dan keselamatan kerja pada jalan angkut maka dibuat jarak henti pada jalan lurus yaitu 13,599 sampai 15,364 meter dan untuk jarak henti pada tikungan 8 sampai 14 meter. Untuk tanggul pengaman (safety berm) perlu dibuat tingginya yaitu 1,356 meter. Waktu tempuh dump truck Komatsu HD 180 – D tidak bermuatan sebelum perbaikan adalah 390,5008 detik dan setelah dilakukan penurunan kemiringan jalan angkut maka waktu tempuh dump truck tidak bermuatan adalah 341,139 detik, lebih cepat \pm 49,362 detik.

Kata Kunci: Jalan Angkut, Kemiringan, dan Daya Dukung Material

A. Pendahuluan

Dalam suatu aktivitas penambangan, jalan tambang merupakan salah satu faktor yang menunjang untuk kelancaran penambangan, jalan tambang mempunyai fungsi yang sangat penting karena menghubungkan tempat-tempat tertentu yang penting keberadaannya di lokasi tambang, salah satunya lokasi penambangan dengan area *crushing plant*. Sebelum menentukan geometri jalan yang akan dibuat maka perlu diketahui spesifikasi alat angkut yang akan digunakan. Jalan yang baik akan mendukung terpenuhinya target produksi yang diinginkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pengangkutan antara lain kondisi jalan, kondisi peralatan, kondisi cuaca dan lain sebagainya. Kondisi jalan angkut (*hauling*) yang baik akan meningkatkan nilai efisiensi dan efektivitas kerja alat angkut serta tingkat keamanannya. Dalam operasional penambangan, alat angkut tidak dapat beroperasi secara optimal dikarenakan kondisi jalan angkut (*hauling*) yang sempit, tanjakan yang curam, permukaan jalan licin dan lainnya, sehingga mempengaruhi waktu tempuh dalam pengangkutan. Kemampuan jalan dalam menahan beban juga harus diperhatikan. Daya dukung jalan harus disesuaikan dengan jumlah beban yang didistribusikan melalui roda. Dengan adanya permasalahan tersebut maka diperlukan evaluasi mengenai kondisi geometri jalan angkut (*hauling*) dari front penambangan ke stockpile atau Crusher.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Sejauh mana hasil evaluasi geometri jalan tambang dan faktor pendukung untuk dapat diterapkan di PT Gunung Kecapi?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui geometri jalan aktual di lapangan.
2. Mengetahui kemampuan daya dukung jalan dalam menahan beban yang diberikan oleh alat angkut.
3. Menghitung waktu tempuh *Dump Truck Komatsu HD 180-D* sebelum perbaikan dan setelah perbaikan.
4. Menentukan jarak henti antar alat angkut pada jalan lurus dan tikungan.
5. Mengevaluasi geometri jalan tambang dan faktor pendukung kelancaran dan keselamatan kerja pada jalan tambang.

B. Landasan Teori

Geometri jalan yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu lebar jalan angkut dan kemiringan jalan. Alat angkut atau truk-truk tambang umumnya berdimensi lebih besar, panjang dan lebih berat dibanding kendaraan angkut yang bergerak di jalan raya. Oleh sebab itu, geometri jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan agar alat angkut tersebut dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman. Geometri jalan angkut selalu didasarkan pada dimensi kendaraan angkut yang digunakan.

Jalan angkut tambang mempunyai karakteristik khusus yang membedakan perlakuan terhadap penanganannya dari pada jalan transportasi umum. Karakteristik tersebut yaitu:

1. Jalan tambang selalu dilewati oleh alat berat yang mempunyai *crawler track* (roda rantai) sehingga tidak memungkinkan adanya pengaspalan.
2. Jalan tambang yang berada di area *seam* umumnya selalu mengalami perubahan *elevasi* karena adanya aktivitas pengalihan jejang.
3. Lebar jalan tambang harus diperhatikan sesuai dengan fungsi jalurnya, khususnya untuk jalur ganda atau lebih.

Lebar jalan angkut yang diharapkan akan membuat lalulintas pengangkutan lancar dan aman.. Perhitungan lebar jalan angkut yang lurus dan belok (tikungan) berbeda, karena pada posisi membelok kendaraan akan membutuhkan ruang gerak yang lebih lebar akibat jejak ban depan dan belakang yang ditinggalkan di atas jalan melebar. Di samping itu, perhitungan lebar jalan pun harus mempertimbangkan jumlah lajur, yaitu lajur tunggal untuk jalan satu arah atau lajur ganda untuk jalan dua arah.

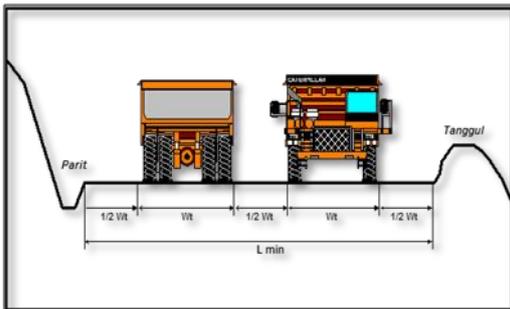
Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda atau lebih, menurut *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design 1973*, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan. Dari ketentuan tersebut 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.

$$L_{\min} = n.Wt + (n + 1) (1/2.Wt)$$

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan lurus. Untuk lajur ganda, maka lebar jalan minimum pada belokan memakai perhitungan dibawah.

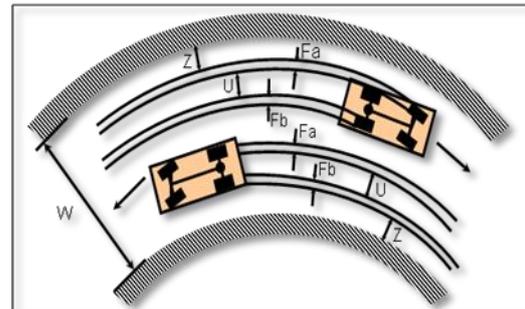
$$W_{\min} = 2(U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$Z = \frac{U + Fa + Fb}{2}$$



Sumber : Tannant d. Dwayne, 2001

Gambar 1. Lebar Jalan pada Jalan Lurus



Sumber : Tannant d. Dwayne, 2001

Gambar 2. Lebar Jalan Tikungan

Kemampuan alat angkut *dump truck* untuk melewati tikungan terbatas, maka dalam pembuatan tikungan harus memperhatikan besarnya jari-jari tikungan jalan. Untuk menentukan nilai Jari-jari tikungan minimum dengan mempertimbangkan kecepatan (V), gesekan roda (f) dan *superelevasi*, maka rumus yang digunakan adalah:

$$R = \frac{V_R^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

Dalam pembuatan jalan menikung, jari-jari tikungan harus dibuat lebih besar dari jari-jari lintasan alat angkut atau minimal sama. Hal lain yang tidak bisa diabaikan dalam pembuatan tikungan adalah *superelevasi*, yaitu kemiringan melintang jalan pada tikungan. Menurut *Sukirman (1999: 74)* besarnya angka *superelevasi* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

Kemampuan dalam mengatasi tanjakan untuk setiap alat angkut tidak sama, tergantung pada jenis alat angkut itu sendiri. Sudut kemiringan jalan biasanya dinyatakan dalam persen, yaitu beda tinggi setiap seratus satuan panjang jarak mendatar. Kemiringan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Hal lain yang menghambat proses pengangkutan adalah *rolling resistance*. Bila kondisi jalan sangat jelek maka hambatan tersebut semakin besar sehingga dibutuhkan tenaga yang lebih besar pula. Beban yang lebih berat dan diangkut pada jalan yang jelek, hambatan yang timbul menjadi semakin besar.

Tahanan kemiringan (*grade resistance*) ialah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalan yang dilaluinya. Tahanan kemiringan tergantung dua faktor, yaitu : besarnya kemiringan yang biasanya dinyatakan dalam persen dan berat kendaraan itu sendiri yang dinyatakan dalam ton.

Cross Slope adalah perbedaan ketinggian sisi jalan dengan bagian tengah permukaan jalan. Besarnya angka *cross slope* pada jalan angkut dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan jarak horisontal. Pada konstruksi jalan angkut tambang terbuka besarnya *cross slope* yang dianjurkan mempunyai ketebalan antara ¼ sampai ½ inci untuk tiap feet jarak horisontal, atau 1/48 sampai 1/24 feet untuk tiap feet jarak horisontal, yaitu sekitar 20 mm sampai 40 mm untuk tiap meter.

Kemampuan suatu alat angkut dalam mengatasi tanjakan sangat tergantung pada gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin untuk menarik beban yang ada pada alat angkut tersebut. Suatu gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin disebut dengan *rimpull*. Besar kecilnya *rimpull* tergantung pada kecepatan atau gear yang di pakai. Untuk menghitung besarnya *rimpull* dapat digunakan rumus di bawah ini :

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

Daya dukung jalan adalah kemampuan jalan untuk menopang beban yang ada di atasnya. Untuk keperluan pembuatan jalan angkut, daya dukung tanah harus disesuaikan dengan jumlah beban yang didistribusikan melalui roda. Jika daya dukung tanah dasar suatu jalan angkut lebih rendah dari jumlah beban yang melintas di atasnya maka dapat dilakukan usaha-usaha antara lain pemadatan dan penambahan lapisan di atas tanah dasar. Beban pada roda untuk tiap kendaraan dapat diketahui berdasarkan spesifikasi dari pabrik pembuatnya. Untuk roda ganda digunakan beban ekuivalen yang besarnya 20 % lebih tinggi dari beban roda tunggal. Distribusi beban pada roda dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Distribusi beban roda (lb/in}^2\text{)} = \frac{\text{Berat pembebanan pada roda (lb)}}{\text{Bearing area (in}^2\text{)}}$$

$$\text{Bearing area} = \frac{0,9 \times \text{Berat Pembebanan pada roda (lb)}}{\text{Tekanandalam ban (psi)}}$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil kajian dalam penelitian ini berdasarkan pengamatan di lapangan jalan angkut dari *front* tambang Andesit ke *Stockpile* bejarak ± 1479 meter. Jalan angkut tersebut dua jalur, untuk mempermudah pengumpulan data peneliti membuat interval dengan jarak 50 meter, setelah selesai pengukur jalan maka diketahui lebar jalan tersebut bervariasi antara 6,66 – 25,4 meter. Kemiringan jalan dari *front* tambang andesit ke *stockpile* yaitu antara antara 1 – 18 %. Mengacu pada standar jalan yang ditetapkan oleh *Asshto Manual Rural High Way Design* jalan angkut dari *front* tambang ke *Stockpile* terdapat beberapa bagian jalan yang belum memenuhi standar jalan angkut tambang salah satunya yaitu pada lebar jalan angkut dan kemiringan jalan. Alat angkut yang digunakan dalam proses produksi PT Gunung Kecapi untuk

alat angkut adalah *Dump Truck Komatsu HD 180 – D*, memiliki panjang kurang lebih 7,295 M. Pengukuran lebar jalan angkut dari *front* tambang ke *stockpile* dibagi menjadi beberapa segmen berdasarkan grade jalan tambang tersebut, hal ini dikarenakan untuk mempermudah dalam pengolahan data. Hasil pengukuran lebar jalan angkut lurus dan tikungan tersebut seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Lebar Jalan Lurus

No	Stasiun	Segmen	Elevasi (mdpl)	Lebar (m)	Keterangan	No	Stasiun	Segmen	Elevasi (mdpl)	Lebar (m)	Keterangan
1	0 + 50	S1	343	25,4	Dua Jalur	16	0 + 800	S7	294	12,78	Dua Jalur
2	0 + 100		343	12,07	Dua Jalur	17	0 + 850		291	10,76	Dua Jalur
3	0 + 150		344	13,19	Dua Jalur	18	0 + 900		285	8,24	Dua Jalur
4	0 + 200		344	13,54	Dua Jalur	19	0 + 950		284	8,83	Dua Jalur
5	0 + 250	S2	344	18,68	Dua Jalur	20	0 + 1000	S8	288	8,92	Dua Jalur
6	0 + 300		342	8,47	Dua Jalur	21	0 + 1050		289	8,52	Dua Jalur
7	0 + 350		338	11,53	Dua Jalur	22	0 + 1100		287	12,17	Dua Jalur
8	0 + 400	S3	331	11,96	Dua Jalur	23	0 + 1150	S9	282	11,58	Dua Jalur
9	0 + 450		322	11,13	Dua Jalur	24	0 + 1200		275	12,32	Dua Jalur
10	0 + 500		313	11,18	Dua Jalur	25	0 + 1250		268	6,66	Dua Jalur
11	0 + 550	S4	311	8,85	Dua Jalur	26	0 + 1300	S10	268	9,39	Dua Jalur
12	0 + 600		309	8,51	Dua Jalur	27	0 + 1350		269	8,99	Dua Jalur
13	0 + 650	S5	303	7,66	Dua Jalur	28	0 + 1400		270	17,21	Dua Jalur
14	0 + 700		297	7,88	Dua Jalur	29	0 + 1450		268	18,46	Dua Jalur
15	0 + 750		S6	295	9,74	Dua Jalur	30		0 + 1479	269	20,91

Tabel 2. Data Lebar Jalan Pada Tikungan

No	Stasiun	Tikungan	Elevasi (dpl)	Jarak (m)	Lebar (m)
1	0 + 250	T1	344	150	18,68
	0 + 300		342		8,47
	0 + 350		338		11,53
2	0 + 350	T2	338	150	11,53
	0 + 400		331		11,96
	0 + 450		322		11,13
3	0 + 500	T3	313	150	11,18
	0 + 550		311		8,85
	0 + 600		302		8,51
4	0 + 800	T4	294	150	12,78
	0 + 850		291		10,76
	0 + 900		285		8,24
5	0 + 1200	T5	275	150	12,32
	0 + 1250		268		6,66
	0 + 1300		268		9,39
6	0 + 1400	T6	270	100	17,21
	0 + 1450		268		18,46

Desain lebar jalan angkut lurus minimum yang dipakai sebagai jalur ganda menurut “AASHTO Manual Rural High-Way Design”. Berdasarkan spesifikasi dari alat angkut *Dump truk Komatsu HD 180 – D* adalah 10,5 m. Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada lebar pada jalan lurus. Berdasarkan spesifikasi dari alat angkut *Dump truk Komatsu HD 180 – D* Setelah melakukan perhitungan maka lebar minimum jalan angkut dua jalur pada tikungan seharusnya adalah 14 meter.

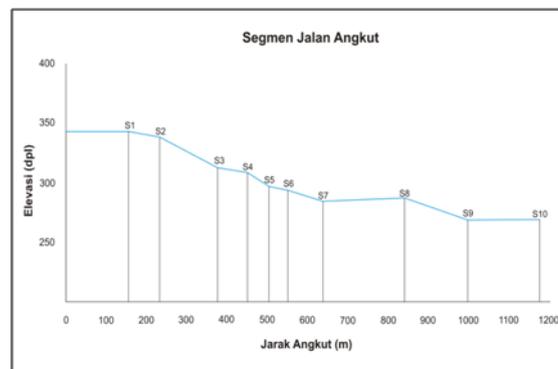
Pada saat kendaraan melalui tikungan dengan kecepatan tertentu akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut, perlu dibuat suatu kemiringan melintang ke arah titik pusat tikungan. Permasalahan *Superelevasi* erat kaitannya dengan jari-jari 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.

Tabel 3. Data Jari-Jari Tikungan dan Superelevasi

No	Tikungan	Jari-Jari Tikungan (m)	Sudut Dalam (θ)	Superelevasi (m/m)	Superelevasi (mm/m)
1	T1	34,685	117	0,091	90,806
2	T2	75,574	82	0,042	41,676
3	T3	76,727	97	0,041	41,049
4	T4	63,697	631	0,049	49,446
5	T5	49,759	98	0,063	63,298
6	T6	48,860	91	0,064	64,461

Berdasarkan pengamatan di lapangan maka didapat nilai *Cross Slope* untuk jalan angkut dengan lebar 10,5 m (dua jalur) mempunyai beda ketinggian pada poros jalan sebesar 21,877 cm terhadap sisi kanan dan kiri jalan.

Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut *dump truck* berkisar antara 10% – 15% atau sekitar 6° – $8,50^\circ$. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan maksimum sekitar 8 % (= $4,50^\circ$).

**Gambar3.** Penampang Jalan Tambang

Kemampuan suatu alat angkut dalam mengatasi tanjakan sangat tergantung pada gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin untuk menarik beban yang ada pada alat angkut tersebut. Kemampuan tanjakan *Dump Truck* Komatsu HD 180 - D setelah dihitung adalah Sebesar $8,3396 = 8 \%$

Tanah dasar yang ada di lokasi penelitian adalah batu andesit itu sendiri jadi, dapat diklasifikasikan bahwa material daya dukung tanah untuk jalan angkut termasuk dalam kategori *Medium hard rock* yang memiliki daya dukung tanah sebesar 80.000 psf, jalan angkut maka dapat menahan beban yang di distribusikan pada permukaan jalan sebesar 12.320,64 psf.

Dari perbaikan jalan angkut pada segmen 5 diketahui perbedaan waktu tempuh yaitu 49,362 detik. Setelah melakukan perhitungan per segmen jalan angkut sebelum perbaikan maka diketahui waktu tempuh jalan angkut dengan jarak ± 1479 meter adalah 390,5008 detik, setelah melakukan perbaikan jalan angkut maka waktu tempuh lebih cepat dari sebelumnya yaitu 341,139 detik.

Hal – hal yang menunjang untuk faktor pendukung jalan tambang guna meningkatkan keselamatan yaitu seperti rambu – rambu jalan, tanggul pengaman, jarak berhenti dari operator alat angkutan, dan transportasi lainnya.

Kecepatan maksimum untuk jalan angkut telah ditetapkan oleh PT Gunung Kecapi yaitu 20 km/jam, Setelah melakukan pengolahan data, maka diketahui jarak henti pada jalan lurus segmen 1 yaitu 15,634 meter dan untuk jarak henti pada

tikungan pada segmen T1 dengan panjang tikungan 15 meter maka diketahui jarak henti yaitu 11,00 meter.

Pedoman untuk rancangan tanggung pengaman adalah paling tidak tingginya harus sama atau lebih besar dari nilai *Static Rolling Radius* (SRR) roda kendaraan. Nilai dari *static rolling radius* roda truck *Komatsu HD 180 - D* adalah 0,452 m. Dengan *slope safety berm* sebesar 1,5 : 1, maka *safety berm* berbentuk triangular dengan lebar bagian bawah *safety berm* 1,356 m.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. 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 pengukuran lebar minimum jalan angkut lurus dan tikungan dengan alat angkut *Komatsu HD 180 - D* : lebar minimum jalan lurus = 6,66 meter dan lebar minimum jalan tikungan = 25,4 meter. *Cross slope* (kemiringan melintang) jalan angkut bagian tengah tidak jelas.
2. Material daya dukung tanah untuk jalan angkut PT Gunung Kecapi sebesar 80.000 psf. Berdasarkan perhitungan diketahui daya tekan alat angkut adalah 12.320,64 psf. Jadi lapisan jalan mampu mendukung daya beban yang bekerja.
3. Waktu tempuh tidak bermuatan *dump truck* *Komatsu HD 180 - D* bermuatan sebelum perbaikan adalah 390,5008 detik dan setelah dilakukan penurunan kemiringan jalan angkut maka waktu tempuh *dump truck* bermuatan adalah 341,139 detik. lebih cepat \pm 49,362 detik.
4. Jarak henti alat angkut pada jalan lurus yaitu antara 13,599 meter sampai 15,374 meter dan untuk jalan angkut tikungan yaitu 9 meter sampai 14 meter.
5. Evaluasi berdasarkan hasil pengamatan dan hasil perhitungan lebar minimum jalan angkut lurus dan tikungan dengan alat angkut *Komatsu HD 180 - D* : lebar minimum jalan lurus = 10,5 meter, lebar minimum jalan tikungan = 14 meter, nilai superelevasi yang harus dibuat pada tikungan berkisar antara 0,041 m/m sampai 0,091 m/m, dan *cross slope* (kemiringan melintang) jalan angkut bagian tengah harus memiliki beda tinggi sebesar 21,877 cm terhadap sisi jalan.

E. Saran

1. Perlu dilakukan perawatan jalan secara berkala sehingga jalan tidak bergelombang dan air hujan tidak menggenang di tengah jalan angkut.
2. Untuk mengantisipasi air hujan yang masuk ke permukaan jalan maka saluran penirisan harus ada perbaikan secara berkala, sehingga aliran air tidak akan merusak badan jalan.
3. Rambu – rambu jalan angkut perlu dilakukan perawatan secara berkala.
4. Untuk menjaga daya dukung tanah sebesar 80.000 psf maka perlu dilakukan perawatan jalan dengan menggunakan *compactor*, dan penambahan material batuan, seperti koral dan pasir batu dipermukaan jalan.

Daftar Pustaka

- Anonim (a), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2001. *A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Anonim (b), Direktorat Jenderal Bina Marga, 1970. *Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya no.13/1970*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Kaufman, Walter W and Ault, James C, 1977. *Design of Surface Mine Haulage Roads - A Manual*. National Institute for Occupational Safety and Health.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Penerbit Nova, Bandung.
- Suwandhi, Awang, 2004. *Perencanaan Jalan Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Unisba.
- Tannant, Dwayne D dan Regensburg, Bruce, 2001. *Guidelines For Mine Haul Road Design*. School of Mining and Petroleum Engineering Department of Civil and Environmental Engineering University of Alberta.
- Projosumarto, Partanto. 1993. *Jalan Angkut Tambang*. Direktorat Jendral Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, Bandung