

Evaluasi Jalan Angkut Dari Kilometer 21+400 Meter sampai dengan Kilometer 24+400 Meter pada Penambangan Nikel di PT. Bintangdelapan Mineral, Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah

Evaluation of Hauling Road Kilometers 21+400 Meters until Kilometers 24 + 400 Meters on Nickel Mining in PT. Bintangdelapan Mineral, Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Central Sulawesi Province

¹Anton Asri Demara, ²Dono Guntoro, ³A. Machali Muchsin

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹antonasridemara92@gmail.com, ²guntoro_mining@yahoo.com, ³machali_a@yahoo.co.id

Abstract. Hauling road is a necessary means to a mining activity. The less maintained hauling road conditions will obstruct the mining activities and vice versa, a good hauling road conditions will support the mining activities. In the nickel production target of 450,000 tonnes/month, hauling road contributes significantly to the operation and security of the transportation operation, if the geometry of the road in accordance with the requirements and dimensions of the transportation vehicle that used. Based on direct observation in the field, the geometry of the road is still considered inadequate for hauling unit movement and can also be dangerous for other road users. Based on the calculations, the minimum width of the hauling roads to be passed by both the Hino 500 FM 260 JD dump truck passing is 8.6 meters on a straight road and 15 meters on the turn. The slope of the cross (Crosslope) need to be made so that the road would not be flooded by the water, but on the current hauling roads, there are not taking into the calculation the slope of transverse resulting the flood on the road when it rains. Based on the width of the road, cross slope that must be made in the amount of 17.91 centimeters on a side street. And superelevation values that must be made on a turn range between 0.2410 - 0.5624 m/m due to the actual situation, the value of superelevation did not calculated. Carrying capacity of the existing material can be classified that material bearing capacity for the hauling road in PT Bintangdelapan Mineral included in the category of compact gravel and boulder-gravel formation; very compact sandy gravel soil that have a carrying capacity of 20,000 psf. With a carrying capacity of the material 20,000 psf, it can withstand the load that distributed on the surface of the road with the amount of 17,600 psf.

Keywords: Hauling Road Width, Crosslope, Road Carrying Capacity Against Load, and Slope of Roads

Abstrak. Jalan angkut merupakan sarana yang diperlukan pada suatu kegiatan penambangan. Kondisi jalan angkut yang kurang baik akan menghambat kegiatan penambangan dan sebaliknya kondisi jalan angkut yang baik akan memperlancar kegiatan penambangan. Dalam pencapaian target produksi nikel sebesar 450.000 ton/bulan, jalan angkut memberikan kontribusi yang besar bagi kelancaran dan keamanan operasi pengangkutan jika geometri jalannya sesuai dengan persyaratan dan dimensi alat angkut yang digunakan. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, geometri jalan dinilai masih kurang memadai untuk pergerakan unit hauling dan juga dapat membahayakan bagi pengguna jalan yang lain. Berdasarkan perhitungan, lebar minimum jalan angkut agar dapat dilalui dengan baik oleh Dump Truck Hino 500 FM 260 JD yang melintas adalah 8,6 meter untuk jalan lurus dan 15 meter untuk jalan tikungan. Kemiringan melintang (Cross Slope) perlu dibuat agar badan jalan tidak digenangi oleh air, tetapi pada jalan angkut yang ada belum memperhitungkan kemiringan melintang sehingga mengakibatkan tergenangnya air pada badan jalan di saat hujan turun. Berdasarkan lebar jalan yang dibuat cross slope yang harus dibuat yaitu sebesar 17,91 centimeter terhadap sisi jalan. Dan nilai superelevasi yang harus dibuat pada tikungan berkisar antara 0.2410 - 0.5624 m/m karena pada keadaan aktual, tidak memperhitungkan nilai superelevasi. Daya dukung material yang ada dapat diklasifikasikan bahwa material daya dukung tanah untuk jalan angkut PT Bintangdelapan Mineral 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 17.600 psf.

Kata Kunci: Lebar Jalan Angkut, Crosslope, Daya Dukung Jalan terhadap Beban, dan Kemampuan Tanjakan Dump Truck

A. Pendahuluan

Kegiatan penambangan adalah serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk mengambil endapan bahan galian dari dalam dan luar permukaan bumi berupa batuan atau material yang berharga, kemudian dapat dimanfaatkan secara ekonomis, adapun kegiatan penambangan yang dilakukan meliputi beberapa tahap, yaitu terdiri dari pembersihan lahan, pengupasan, pengangkutan, dan pengolahan. Salah satu kegiatan penambangan yang dapat mempengaruhi produksi adalah pengangkutan. Setiap operasi penambangan memerlukan jalan tambang sebagai sarana infrastruktur yang vital di dalam lokasi penambangan dan sekitarnya. Jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi – lokasi penting, antara lain lokasi penambangan dengan area crushing plant, pengolahan bahan galian, perkantoran, perumahan karyawan dan tempat – tempat lain di wilayah penambangan.

Fungsi utama jalan angkut secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan, dan dimana dalam geometri jalan angkut yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu lebar jalan dan kemiringan jalan. Alat angkut atau truk – truk tambang umumnya berdimensi lebih besar, panjang dan lebih berat dibandingkan dengan 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. Berdasarkan permasalahan tersebut, geometri jalan angkut mempunyai karakteristik khusus yang membedakan perlakuan terhadap penanganannya, maka perlunya mengontrol keadaan jalan yang akan dilalui agar target produksi dan keselamatan operator di area penambangan dapat dijalankan. Langkah – langkah yang akan dilakukan diantaranya pengukuran lebar jalan angkut, pengukuran crossslope, kemiringan jalan, sub grade, pengamatan material perkerasan jalan, serta pengambilan data faktor pendukung jalan seperti drainase jalan. Dari data – data yang akan diambil diharapkan mendapat kondisi jalan angkut tambang yang sesuai dengan spesifikasi alat angkut yang digunakan agar dapat menunjang geometri jalan tambang yang sesuai dengan ketentuan yang ada agar tercapai kondisi kerja yang aman dan nyaman di lapangan.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban yang diberikan oleh alat angkut yang melintas di badan jalan.
2. Menghitung tekanan ban yang digunakan pada alat angkut, yang sesuai dengan jenis material yang digunakan.
3. Menghitung kemampuan daya alat angkut dalam melalui segment jalan yang digunakan pada jenis material yang ada di lapangan.
4. Menghitung jarak pandang yang aman bagi pengemudi.
5. Mengevaluasi superelevasi dan crossslope yang digunakan pada badan jalan.
6. Mengevaluasi geometri jalan angkut

B. Landasan Teori

Berdasarkan jenisnya jalan terdiri dari jalan tambang, jalan utama, jalan pengupasan, jalan pembuangan. Secara garis besar jalan angkut tambang mempunyai persyaratan hampir sama dengan jalan angkut di kota dan di desa.

Perbedaan yang utama antara jalan raya dengan jalan tambang adalah pada bagian permukaan jalan road surface.

Untuk jalan angkut tambang permukaannya jarang sekali ditutupi dengan aspal karena jalan angkut tersebut sifatnya tidak permanen dan akan sering dilalui oleh alat-alat berat.

Lebar Jalan Angkut Pada Kondisi Lurus

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, dengan pengertian bahwa lebar alat angkut sama dengan lebar lajur.

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

Keterangan:

L_{\min} = Lebar jalan angkut minimum (m)
 n = Jumlah lajur
 Wt = Lebar alat angkut,(m)

Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari pada jalan lurus. Untuk jalur ganda, lebar jalan minimum pada tikungan dihitung berdasarkan pada :

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

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

Keterangan:

W_{\min} = Lebar jalan angkut minimum pada belokan, m
 U = Lebar jejak roda (*Center To Center Tires*), m
 Fa = Lebar Juntai (*Overhang*) Depan, m
 Fb = Lebar juntai belakang, m
 Z = Lebar bagian tepi jalan, m
 C = Jarak antar kendaraan (*Total Lateral Clearance*), m

Superelevasi

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:

$$e + f = \frac{V^2}{127R} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

e = Angka *superelevasi*
 f = *Friction factor*
 V = Kecepatan (km/jam)
 R = Jari-jari tikungan (m)

Crosslope

Angka *Crossslope* dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan horizontal dengan satuan mm/m atau m/m. Nilai yang umum dari kemiringan melintang (*Crosslope*) yang direkomendasikan adalah sebesar 20 – 40 mm/m, dan jarak bagian tepi jalan ke bagian tengah atau pusat jalan disesuaikan dengan kondisi yang ada.

Daya Dukung Jalan Terhadap Beban

Daya dukung jalan adalah kemampuan jalan untuk menopang beban yang ada di atasnya. Menentukan daya dukung tanah secara tepat hanya dapat dilakukan oleh seorang ahli mekanika tanah yang berkualifikasi. Walaupun demikian, informasi umum daya dukung tanah untuk berbagai jenis tanah. Untuk keperluan pembuatan jalan

angkut, daya dukung tanah harus disesuaikan dengan jumlah beban yang didistribusikan melalui roda.

Distribusi beban pada roda dapat dihitung sebagai berikut:

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

$$\text{Distribusi beban roda (lb/in}^2\text{)} = \frac{0.9 \times \text{berat pembebanan pada roda (lb)}}{\text{Tekanan dalam ban (psi)}} \dots\dots\dots(4)$$

Grade Rasistance

Rimpul yaitu besarnya kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin suatu alat kepada permukaan roda atau ban penggeraknya yang menyentuh permukaan jalur jalan. Bila *Coeffician Of Traction* cukup tinggi untuk menghindari terjadinya slip, maka “Rimpul” maximum adalah fungsi dari tenaga mesin (HP) dan “*Gear – ration*” Antara mesin dan rodanya. Tetapi jika slip maka rimpul maximum akan sama dengan besarnya tenaga roda penggerak dikalikan “COT”.

Besar kecilnya *rimpull* tergantung pada kecepatan atau gear yang di pakai. Untuk menghitung besarnya rimpull dapat digunakan rumus di bawah ini :

$$\text{Distribusi beban roda (lb/in}^2\text{)} = \frac{375 \times \text{HP EM}}{V} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- RP = Rimpull, (lb)
- HP = Daya mesin, (HP)
- EM = Efisiensi mekanis (%)
- V = Kecepatan truk, (mph)
- 375 = Angka konversi

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Perhitungan

- Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai sebagai jalur ganda atau lebih menurut “AASHTO Manual Rural High-Way Design”. Berdasarkan spesifikasi dari alat angkut Dump truk Hino 500 FM 260 JD yang dipergunakan maka diperoleh lebar jalan angkut sebesar:

$$\begin{aligned} L \text{ min} &= 2 \times 2.450 + (2 + 1) 0.5 \times 2.450 \\ &= 4.900 + 3.675 \\ &= 8.575 \text{ mm} \\ &= 8.575 \text{ Meter} = 8,6 \text{ Meter} \end{aligned}$$

Dari data dimensi Hino 500 FM 260 JD tersebut dapat dihitung lebar jalan pada tikungan, yaitu:

$$\begin{aligned} Fa &= 1.930 \times \sin 34^{\circ} = 1.080 \text{ mm} \\ Fb &= 1.855 \times \sin 34^{\circ} = 1.038 \text{ mm} \\ C &= Z = 0.5 (U + Fa + Fb) \\ &= 0.5 (2.160 + 1.080 + 1.038) \text{ mm} = 2.139 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dua jalur

$$\begin{aligned} W &= 2 (U + Fa + Fb + Z) + C \\ &= 2 (2.160 + 1.080 + 1.038 + 2.139) + 2.139 = 2 (6.417) + 2.139 \\ &= 12.834 + 2.139 = 14.973 \text{ mm} = 14.973 \text{ Meter} = 15 \text{ Meter} \end{aligned}$$

- Crosslope

Dari pengamatan di lapangan maka didapat nilai Crosslope untuk jalan angkut dengan lebar 8.6 m (dua jalur) mempunyai beda ketinggian pada poros jalan sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \text{ lebar jalan} \\
 &= \frac{1}{2} \times 8.6 \text{ m} \\
 &= 4.3 \text{ m Sehingga beda tinggi yang harus dibuat adalah :} \\
 &= 4.3 \text{ m} \times 0.04167 \text{ m/m} = 0.1791 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi agar jalan angkut memiliki cross slope yang baik maka bagian tengah jalan angkut harus memiliki beda tinggi sebesar 17,91 cm terhadap sisi kanan dan kiri jalan.

- Kemampuan daya Tanjak Dump Truck

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

- Rimpul yang diperlukan:

$$42.27 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton/\% grade} = (840.54 \times a \% \text{ grade}) \text{ lb}$$

- Rimpul untuk mengatasi tahanan gulir

$$42.27 \text{ ton} \times 100 \text{ lb/ton} = 4,202.7 \text{ lb}$$

- Rimpul untuk mengatasi percepatan

$$42.27 \text{ n} \times 20 \text{ lb/ton} = 840.54 \text{ lb}$$

- Total rimpull yang diperlukan = $(840,54 \times a \% \text{ grade}) \text{ lb} + 4.202,7 \text{ lb}$

$$4,202.7 \text{ lb} + (840.54 \times a \% \text{ grade}) \text{ lb} = 19,624.800 \text{ lb}$$

$$840,54 \times a \% = 15.422.100 \text{ lb}$$

$$a \% = 18.348$$

Tanjakan yang mampu diatasi oleh DT Hino 500 Fm 260JD adalah 18 %.

- Daya Dukung Terhadap Beban

Berikut merupakan data perhitungan daya dukung tanah terhadap beban.

DT Hino 500 FM 260 JD

- 1 kg = 2,204 lb

- 1 psi = 144 psf

Roda Depan

- Beban pada poros (Bermuatan) = 5.500 kg (12.125)

- Jumlah ban = 2 buah

- Tekanan udara ban = 100 psi

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah:

$$12.125 \text{ lb} : 2 = 6.062,5 \text{ lb}$$

$$\text{Luas daerah kontak (in}^2 \text{)} = \frac{0.9 \times 6.062,5 \text{ lb}}{100 \text{ psi}}$$

$$= 54.563 \text{ in}^2$$

$$\text{Beban yang diterima jalan} = \frac{6.062,5 \text{ lb}}{54,563 \text{ in}^2} = 111,110 \text{ psi}$$

$$= 16.000 \text{ psf}$$

Roda Belakang

- Beban pada poros (Bermuatan) = 20.000 (44.092)

- Jumlah ban = 8 buah (terdiri dari 4 set roda ganda)

- Tekanan udara ban = 100 psi

- Equivalensi beban roda tunggal = 1,2

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah:

$$44.092 \text{ lb} : 8 = 5.511,5 \text{ lb}$$

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

$$\text{Beban equivalensi tiap set roda} = 1,2 \times 5.511,5 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned}
 &= 6.613,8 \text{ lb.} \\
 \text{Luas daerah kontak (in}^2 \text{)} &= \frac{0,9 \times 6.613,8 \text{ lb}}{100 \text{ psi}} \\
 &= 59,524 \text{ in}^2 \\
 \text{Beban yang diterima jalan} &= \frac{6.613,8 \text{ lb}}{59,524 \text{ in}^2} = 111,111 \text{ psi} \\
 &= 16.000 \text{ psf}
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama di atas, jalan angkut PT Bintangdelapan Mineral dapat menahan beban yang didistribusikan pada permukaan jalan yang sesuai dengan tekanan udara ban dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemampuan Menahan Beban Jalan Dump Truck Hino FM 500 260 JD

No	Tekanan Udara Ban (Psi)	Luas Daerah Kontak (in ²)		Beban Yang Diterima Jalan (Psf)		
		Roda Depan	Roda Belakang	Roda Depan	Roda Belakang	Nilai Rata - rata
1	100	54,563	59,524	16.000	16.000	16.000
2	110	49,602	54,113	17.600	17.600	17.600
3	120	45,468	49,603	19.200	19.200	19.200
4	130	41,971	45,787	20.800	20.800	20.800

Lebar Jalan Angkut

- Lebar Jalan Angkut Lurus

Jadi lebar minimum jalan angkut lurus dari Kilometer 21+400 Meter sampai dengan Kilometer 24+400 Meter adalah 8.6 meter, hal ini harus diatasi dengan melakukan pelebaran di setiap jalur jalan yang belum memenuhi persyaratan lebar minimum.

- Lebar Jalan Angkut Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan berbeda dengan lebar jalan angkut lurus, karena pada jalan angkut tikungan ditentukan berdasarkan lebar jejak ban, lebar jantai (overhang) bagian depan dan belakang saat kendaraan belok, jarak antar kendaraan saat bersampangan, dan Jarak dari kedua sisi jalan. Berikut merupakan hasil perhitungan lebar jalan angkut pada tikungan. Setelah melakukan perhitungan maka lebar minimum jalan angkut dua jalur pada tikungan seharusnya adalah 15 meter.

Crosslope

Pada penelitian di lapangan terlihat bahwa jalan angkut belum memiliki Crosslope, sehingga apabila terjadi hujan maka air hujan akan menggenang pada badan jalan sehingga jalan angkut akan cepat rusak. Setelah dilakukan perhitungan diketahui nilai crosslope yaitu 17,91 cm. Jadi agar jalan angkut memiliki crosslope yang baik, maka bagian tengah jalan angkut harus memiliki beda tinggi sebesar 17,91 cm terhadap sisi kanan dan kiri jalan agar air hujan tidak menggenangi badan jalan angkut sehingga jalan angkut tidak cepat rusak.

Daya Dukung Jalan Terhadap Beban

Dari data tekanan ban yang digunakan PT bintangdelapan Mineral 110 Psi maka mampu menahan beban pada permukaan jalan angkut maksimum 17.600 psf. Sebaiknya jalan angkut menggunakan 20.000 psf, karena perlu dilakukan perawatan secara berkala, sebab jalan angkut yang ada sekarang masih bergelombang dan agar jalan angkut

tersebut masih belum dapat menahan beban dari alat angkut tersebut. Apabila daya dukung tanah sudah tidak bisa menahan tekanan dari alat angkut maka sebaiknya dilakukan pemadatan dan penambahan material batuan di atas tanah dasar jalan angkut agar jalan angkut bisa menahan beban alat angkut yang melintas di atas badan jalan tersebut, seperti: Bongka, krakal, krill dan tambahan sirtu serta hasil penambangan quari.

Kemiringan Jalan

Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam mengatasi tanjakan. Dengan kemiringan grade (0 - 11.706 %), Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut dump truk Hino 500 FM 260 JD menurut spesifikasi nya sebesar $47,1^\circ$. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan Dan menurut perhitungan kemampuan alat angkut Hino 500 FM 260 JD dalam mengatasi tanjakan sebesar $\pm 18\%$, dengan dengan grade tersebut maka alat angkut yang sangat mudah untuk melakukan proses pengangkutan pada Kilometer 21+400 Meter sampai dengan Kilometer 24+400 Meter.

D. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Kemampuan daya dukung tanah untuk jalan angkut PT Bintangdelpa Mineral mempunyai daya dukung sebesar 20.000 psf dan dapat menahan beban yang didistribusikan pada permukaan jalan sebesar 17.600 psf.
2. Tekanan udara ban pada jalan yang sesuai ialah Tekanan udara 110 psi dengan hasil yang didistribusikan pada badan jalan sekitar ± 17.600 psf, dengan kecepatan yang direncanakan 30 km/jam maka kondisi umum kecepatan yang digunakan 24.73 km/jam, 18.52 km/jam, 13.69 km/jam, 9.74 km/jam, dan 6.76 km/jam dengan kemiringan 0 - 11.706 %, berat 12.289 - 42.027 ton
3. Kemampuan alat angkut dalam mengatasi tanjakan pada jalan tambang, mampu diatasi oleh DT Hino 500 Fm 260JD adalah $18.348\% = 18\%$
4. Jarak pandang atau Jarak henti alat angkut yang tersedia sekitar 21,138 meter sampai 26,756 meter untuk jalan lurus dan untuk tikungan sebesar 6,81 meter sampai 21,20 meter hal ini berbeda karena kecepatan yang dilalui tiap tikungan berbeda.
5. Pada semua tikungan belum terdapat superelevasi, sehingga memerlukan pembuatan superelevasi agar alat angkut dapat melaju sesuai dengan kecepatan. Nilai superelevasi yang harus dibuat pada tikungan berkisar antara 0.2410 - 0.5624 m/m dan untuk Cross slope (kemiringan melintang) jalan angkut bagian tengah harus memiliki beda tinggi sebesar 17,91 cm terhadap sisi jalan.
6. Jalan angkut yang ada sekarang belum memenuhi syarat lebar minimum untuk jalan angkut dua jalur, sehingga memerlukan penambahan lebar pada kondisi lurus dan tikungan. Berikut perhitungan lebar minimum jalan lurus dan tikungan berdasarkan dari spesifikasi unit hauling :
 - a. Lebar minimum jalan lurus = 8.6 meter
 - b. Lebar minimum jalan tikungan = 15 meter

Saran

1. Perlu dilakukan perawatan pada permukaan jalan, sebab kondisi jalan yang ada saat ini masih bergelombang sehingga mengakibatkan rendahnya kecepatan alat angkut dan akan mengakibatkan banyak genangan air yang akan mempengaruhi kelancaran unit hauling bekerja.
2. Perlu dibuatnya perlengkapan pendukung kelancaran dan keselamatan pada jalan

angkutan seperti stopper, agar di saat alat angkut mengalami kegagalan sistem pengereman, alat angkut tersebut dapat di alihkan ke stopper.

3. Untuk mengantisipasi air yang masuk ke permukaan jalan maka perlu dibuat crosslope, sehingga aliran air tidak akan merusak badan jalan. Saluran penirisan sangat dibutuhkan pada kondisi jalan yang berbentuk sebuah cekungan karena air akan tertampung dengan kondisi jalan seperti itu.

Daftar Pustaka

- Anonim (1. 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.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.
- Arif, Irwandy dan Gatut S.Adisumo. 2000. *Perencanaan Tambang*. Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
- Kaufman, Walter W and Ault, James C, 1977. *Design of Surface Mine Haulage Roads - A Manual*. National Institute for Occupational Safety and Health.
- Martakim, Soeharsono, 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Maryanto, 2008, *Pengantar Perencanaan Tambang*, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA, Bandung.
- Projosumarto, Partanto. 1993. *Jalan Angkut Tambang*. Direktorat Jendral Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, Bandung.
- Projosumarto, Partanto. 1993. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Projosumarto, Partanto dkk. 1998. *Cara Menghitung Produksi Dan Ongkos Produksi*. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral : ITB.
- Ritchie Bros, 2007. *OEM Specifications Are Provided For Base Units*. Ritchiespecs Equipment Specifications Ritchie Bros.
- Rochmanhadi. 1982. *Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum Badan Penerbit Umum, Semarang.
- Rochmanhadi. 1984. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat*. Departemen Pekerjaan Umum Badan Penerbit Umum, Semarang.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Penerbit Nova, Bandung.
- Sutaidi, Grait, 2012. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Kementrian Pekerjaan Umum.
- 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.
- 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.