

Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Pasir Menuju *Stockpile* pada Penambangan Pasir di PT. Mitra Lintas Persada, Desa Girimukti Kecamatan Saguling Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat

¹Enda Hadian Firmantaka, ²Maryanto, ³Dono Guntoro

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

Email: ¹enda.sm9057@gmail.com, ²maryanto.geo@gmail.com, ³guntoro_mining@yahoo.com

Abstract. Hauling road is a necessary means in a mining activity. Because hauling road conditions determine the smoothness of mining activities, because of poor hauling road conditions will hamper mining activities and otherwise good hauling road conditions will accelerate mining activities and affect production results. Based on the calculations based on The American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design 1973, the minimum width of haul roads to be traversed by Toyota Dyna 130 HT Truck is 6.8 meters for straight and 9.8 meters to curve road. And the slope of the bend (*Superelevation*) shall be made between 0.07 m / m - 0.166 m / m, the cross slope to be made is 14,584 cm with the material carrying capacity of 20,000 psf, it can withstand the load distributed on the road surface of 16,000,747 psf. After that travel time is not charged drum truck Toyota Dyna 130 HT is 165,766 seconds, while the condition is 306.77 seconds charged. Stopping distance on the straight road is 20.99 meters to 26.77 meters and for stopping distance on the bend is 7.19 meters to 45.9 meters.

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

Abstrak. Jalan angkut merupakan sarana yang diperlukan pada suatu kegiatan penambangan. Sebab kondisi jalan angkut sangat menentukan kelancaran kegiatan penambangan, karena kondisi jalan angkut yang kurang baik akan menghambat kegiatan penambangan dan sebaliknya kondisi jalan angkut yang baik akan memperlancar kegiatan penambangan dan mempengaruhi hasil produksi. Dari hasil perhitungan berdasarkan *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 Truk Toyota Dyna 130 HT yang melintas adalah 6,8 meter untuk jalan lurus dan 9,8 meter untuk jalan tikungan. Dan kemiringan pada tikungan (*Superelevasi*) harus dibuat berkisar antara 0,07 m/m – 0,166 m/m, *cross slope* yang harus dibuat yaitu sebesar 14,584 cm dengan nilai daya dukung material sebesar 20.000 psf, maka dapat menahan beban yang didistribusikan pada permukaan jalan sebesar 16.000,747 psf. Setelah itu waktu tempuh tidak bermuatan drum truck Toyota Dyna 130 HT adalah 165,766 detik, sedangkan kondisi bermuatan adalah 306,77 detik. Jarak henti pada jalan lurus yaitu 20,99 meter sampai 26,77 meter dan untuk jarak henti pada tikungan yaitu 7,19 meter sampai 45,9 meter.

Kata Kunci: Lebar Jalan Angkut, Cros Slope, Daya Dukung Jalan Terhadap Beban, dan Kemiringan Jalan Angkut

A. Pendahuluan

Latar Belakang

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 *stockpile*, pengolahan bahan galian, perkantoran, perumahan karyawan dan tempat – tempat lain di wilayah

penambahan.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan dan mempengaruhi operasi pengangkutan antara lain kondisi jalan, kondisi peralatan, kondisi cuaca, dan faktor pendukung keamanan dan keselamatan pada jalan angkut. Dengan adanya permasalahan tersebut maka diperlukan evaluasi mengenai kondisi geometri jalan angkut agar mendapatkan kondisi jalan angkut yang sesuai dengan spesifikasi alat angkut dan tercapai kondisi kerja yang aman dan nyaman di lapangan.

Tujuan

1. Mengetahui dan menghitung produksi teoritis dan produksi actual
2. Mengukur geometri jalan angkut aktual di lapangan.
3. Menghitung kemampuan daya dukung jalan dalam menahan beban yang diberikan oleh alat angkut.
4. Menghitung waktu tempuh Truk Toyota Dyna 130 HT.
5. Menentukan jarak henti antar alat angkut pada jalan lurus dan tikungan.
6. Mengevaluasi geometri jalan tambang dan faktor pendukung kelancaran dan keselamatan kerja pada jalan tambang.

B. Landasan Teori

Geometri Jalan

Geometri jalan merupakan bagian jalan yang titik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah – rumah. Perencanaan geometri jalan seutuhnya adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan maupun pelaksanaan.

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. 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 Minimum (M) |
|--------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 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 |

Sumber: (AASHTO) Manual Rural High Way Design, 1973

Superelevasi

Dalam pembuatan jalan menikung, jari – jari tikungan harus dibuat lebih besar dari jari – jari lintasan alat angkut atau minimal sama. Jari – jari tikungan jalan angkut juga harus memenuhi keselamatan kerja di tambang atau memenuhi faktor keamanan yang dimaksud adalah jarak pandang atau jarak henti bagi pengemudi di tikungan, baik

horizontal maupun vertikal terhadap kedudukan suatu penghalang pada jalan tersebut yang diukur dari mata pengemudi. Hal lain yang tidak bisa diabaikan dalam pembuatan tikungan adalah *superelevasi*, yaitu kemiringan melintang jalan pada tikungan.

Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan jalan angkut dapat berupa jalan menanjak ataupun jalan menurun, yang disebabkan perbedaan ketinggian pada jalur jalan. Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. 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 Melintang (Cross Slope)

Cross slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Angka *Cross slope* dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan horizontal dengan satuan mm/m atau m/m. Nilai yang umum dari kemiringan melintang (*Cross slope*) yang direkomendasikan adalah sebesar 20 – 40 mm/m, dan jarak bagian tepi jalan ke bagian tengah atau pusat jalan disesuaikan dengan kondisi yang ada.

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 $\frac{1}{4}$ sampai $\frac{1}{2}$ inci untuk tiap *feet* jarak horisontal, atau $\frac{1}{48}$ sampai $\frac{1}{24}$ *feet* untuk tiap *feet* jarak horisontal, yaitu sekitar 20 mm sampai 40 mm untuk tiap meter.

Daya Dukung Jalan Terhadap Beban

Daya dukung jalan adalah kemampuan jalan untuk menopang beban yang ada di atasnya. Distribusi beban pada roda dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : jumlah ban, ukuran ban, tekanan dalam ban serta berat total kendaraan. 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.

Kemampuan Alat Angkut dalam Mengatasi Tanjakan

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.

Faktor Pendukung Keamanan dan Keselamatan Kerja pada Jalan Angkut

1. Jarak Henti

Jarak henti diartikan sebagai luas daerah yang dapat dilihat oleh operator kendaraan. Keamanan dan kenyamanan pengemudi alat angkut untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasinya pada saat mengemudi tergantung pada jarak yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya.

2. Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Tujuan dibuatnya tanggul pengaman adalah untuk menghindari tergulingnya kendaraan pada tepi jalan dan juga untuk menghindari segala bahaya yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan peralatan. Dengan demikian secara tidak langsung tanggul tersebut dapat mengembalikan posisi kendaraan pada badan jalan dan

menjaukan dari tepi-tepi jalan yang berbahaya.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Geometri Jalan Angkut

Pengukuran lebar jalan angkut dari 0+000 Meter sampai dengan 0+1.450 Meter, dilakukan dengan interval 10 meter dan dibagi menjadi beberapa segmen berdasarkan kemiringan jalan tambang tersebut.

Lebar Jalan Angkut

1. Jalan Lurus

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai sebagai jalur ganda atau lebih menurut "AASHO Manual Rural High-Way Design". Berdasarkan spesifikasi dari alat angkut truk Toyota Dyna yang dipergunakan maka diperoleh lebar jalan angkut sebesar:

$$L = n \cdot W_t + (n + 1) 0,5 \cdot W_t$$

Dimana:

$$L = \text{Lebar pada jalan lurus}$$

$$n = \text{Jumlah jalur (2)}$$

$$W_t = \text{Lebar alat angkut total (1,945 m)}$$

$$L = 2 \times 1,945 + (2 + 1) 0,5 \times 1,945 \\ = 6,8 \text{ meter}$$

2. Jalan Tikungan

Dari data dimensi Toyota Dyna tersebut dapat dihitung lebar jalan pada tikungan, yaitu :

$$F_a = 1.066 \times \sin 30^\circ = 533 \text{ mm}$$

$$F_b = 1.580 \times \sin 30^\circ = 790 \text{ mm}$$

$$C = Z = 0,5 (U + F_a + F_b) \\ = 0,5 (1.265 + 533 + 790) \text{ mm} \\ = 662,128 \text{ mm}$$

dua jalur :

$$W = 2 (U + F_a + F_b + Z) + C \\ = 2 (1.265 + 1.066 + 1.580 + 662,128) + 662,128 \\ = 2 (4.573,128) + 662,128 \\ = 9.146,256 + 662,128 \\ = 9.808,384 \text{ mm} \\ = 9,8 \text{ meter}$$

Superelevasi

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

f = Harga koefisien gesekan dengan $V_{rencana} 30 \text{ km/jam} (< 80 \text{ km/jam})$ adalah :

$$f = - 0,0195 + 0,192 \\ = 0,2205$$

Dimana :

e = superelevasi (mm/m)

V = kecepatan rencana (30 km/jam)

R = Jari-jari tikungan

f = faktor gesek (0)

Jadi nilai superelevasi adalah (contoh perhitungan) :

$$0+050 : (R = 24,95)$$

$$e = \frac{30}{127 \times 24,95} - 0,2205$$

$$= 0,064 \text{ m/m atau } 63,533 \text{ mm/m}$$

Kemiringan Melintang (Cross Slope)

Dari pengamatan di lapangan maka didapat nilai Cross Slope untuk jalan angkut dengan lebar 6,8 m (dua jalur) mempunyai beda ketinggian pada poros jalan sebesar :

$$a = \frac{1}{2} \text{ lebar jalan}$$

$$= \frac{1}{2} \times 7 \text{ m}$$

$$= 3,5 \text{ m}$$

Sehingga beda tinggi yang harus dibuat adalah:

$$b = 3,5 \text{ m} \times 0,04167 \text{ m/m}$$

$$= 0,14584 \text{ m}$$

$$= 14,584 \text{ cm}$$

Daya Dukung Jalan terhadap Beban

1. Roda Depan

- a. Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb)) = 3.001,25 kg (6.614,755 lb)
- b. 1 kg = 2,204 lb
- c. 1 psi = 144 psf
- d. Jumlah ban = 2 buah
- e. Tekanan udara ban depan = 80 psi

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$6.614,755 \text{ lb} : 2 = 3.307,3775 \text{ lb}$$

$$\text{Luas daerah kontak (inch}^2 \text{)} = \frac{0,9 \times \text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Tekanan udara pada ban}}$$

$$= \frac{0,9 \times 3.307,3775 \text{ lb}}{80 \text{ psi}}$$

$$= 37,2079 \text{ inch}^2$$

$$\text{Beban pada roda (lb)}$$

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

$$\text{Beban yang diterima permukaan jalan} = \frac{3.307,3775 \text{ lb}}{37,2079 \text{ inch}^2}$$

$$= 88,9079 \text{ psi} = 12.802,749 \text{ psf}$$

2. Roda Belakang

- a. Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb))= 6.113,75 kg (13.474,705 lb)
- b. Jumlah ban = 4 buah (terdiri dari 2 set roda ganda)
- c. Tekanan udara ban = 100 psi
- d. Ekuivalen beban roda tunggal = 1,2

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$13.474,705 : 4 = 3.368,6762 \text{ lb}$$

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

$$e. \text{ Beban ekuivalen tiap set roda} = 1,2 \times 3.368,6762 \text{ lb}$$

$$= 4.042,4115 \text{ lb}$$

$$\text{Luas daerah kontak (inch}^2 \text{)} = \frac{0,9 \times \text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Tekanan udara pada ban}}$$

$$= \frac{0,9 \times 4.042,4115}{100 \text{ psi}}$$

$$= 36,381 \text{ in}^2$$

- f. Beban yang diterima permukaan jalan = $\frac{\text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Luas daerah kontak (inch)}} = 4.042,4115 \text{ lb} / 36,381 \text{ in}^2$
- g. Beban yang diterima permukaan jalan = $111,1163 \text{ psi}$
 $= 16.000,747 \text{ psf}$

Kemampuan Alat Angkut dalam Mengatasi Tanjakan

Agar Dump truck Toyota Dyna 130n HT 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 :

1. Rimpull untuk mengatasi tanjakan misal (grade = a %)
 $18,25 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton/\% grade} = (365 \text{ a\% grade}) \text{ lb}$
 2. Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir
 $18,25 \text{ ton} \times 100 \text{ lb/ton} = 1.825 \text{ lb}$
 3. Rimpull untuk mengatasi percepatan
 $18,25 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} = 365 \text{ lb}$
- Total rimpull yang diperlukan = $(365 \times \text{a \%}) \text{ lb} + 1.825 \text{ lb}$
- | | | |
|--|---|-------------|
| $1.825 \text{ lb} + (365 \times \text{a \%}) \text{ lb}$ | = | 11.008,9 lb |
| $365 \times \text{a \%}$ | = | 9.183,9 lb |
| a \% | = | 25,161 |

Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Pedoman untuk rancangan tanggul pengaman adalah paling tidak tingginya harus sama atau lebih besar dari nilai *Static Rolling Radius* (SRR) roda kendaraan. Persamaan untuk menghitung besarnya nilai *Static Rolling Radius* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{SRR} = \frac{\text{TH}}{2,1}$$

Dimana :

- SRR = *Static Rolling Stone*,
 TH = Tinggi roda kendaraan,(65 cm)
 $\text{SRR} = 0,65/2,1$
 $= 0,3 \text{ m}$

Jadi nilai dari *static rolling radius* roda truck toyota dyna adalah 0,3 m. Dengan *slope safety berm* sebesar 1,5 : 1, maka *safety berm* berbentuk triangular didapat dimensi ukuran sebagai berikut :

Untuk Menghitung Lebar bagian bawah *safety berm* = $(\text{SRR} \times 1,5) \times 2 = 1,713 \text{ m}$

1. Slope *safety berm* : 1,5 : 1
2. Tinggi *safety berm* (B) : 0,3 m
3. Lebar bagian bawah *safety berm* : 0,9 m

D. Kesimpulan

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

1. Jika dibandingkan antara produksi teoritis dan produksi aktual pada PT. Mitra Lintas Persada didapatkan bahwa produksi teoritis lebih besar dari produksi aktual. Hasil perhitungan produksi teoritis dan produksi aktual :
 - a. Produksi teoritis = 58.500 ton/bulan
 - b. Produksi aktual = 39.880 ton/bulan

Agar tercapai produksi teoritis maka PT. Mitra Lintas Persada agar dapat mempertimbangkan untuk melakukan penambahan lebar jalan baik itu pada lurus maupun pada jalan tikungan dengan melihat kondisi dilapangan apakah memungkinkan untuk dilakukan penambahan jalan, membuat *Cross slope*, *Superelevasi* dan saluran penirisan agar *unit hauling* dapat beroperasi dengan maksimal.

2. 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 jalan angkut lurus dan tikungan dengan alat angkut *Toyota Dyna 130 HT* :
 - a. Lebar minimum jalan lurus = 4,5 meter
 - b. Lebar minimum jalan tikungan = 5,3 meter.
 - c. Kemiringan melintang (*Cross slope*) jalan angkut bagian tengah tidak ada.
3. Material daya dukung tanah untuk jalan angkut PT. Mitra Lintas Persada sebesar 20.000 psf. Berdasarkan perhitungan diketahui daya tekan alat angkut adalah 16.000,747 psf. Jadi lapisan jalan mampu mendukung daya beban yang bekerja.
4. Waktu tempuh tidak bermuatan *dump truck Toyota Dyna 130 HT* dan bermuatan pada PT. Mitra Lintas Persada dari Front Penambangan sampai ke *Stockpile*, dengan kondisi tidak bermuatan adalah 165,766 detik, sedangkan kondisi bermuatan adalah 306,77 detik.
5. Jarak henti alat angkut pada jalan lurus yaitu antara 20,99 meter sampai 26,77 meter dan untuk jalan angkut tikungan yaitu 7,19 meter sampai 45,9 meter.
6. Evaluasi berdasarkan hasil pengamatan dan hasil perhitungan lebar minimum jalan angkut lurus dan tikungan dengan alat angkut *Toyota Dyna 130 HT*:
 - a. Lebar minimum jalan lurus = 6,8 meter.
 - b. Lebar minimum jalan tikungan = 9,8 meter.
 - c. Nilai super elevasi yang harus dibuat pada tikungan berkisar antara 0,07 m/m sampai 0,166 m/m.
 - d. Kemiringan melintang (*Cross slope*) jalan angkut bagian tengah harus memiliki beda tinggi sebesar 14,584 cm terhadap sisi jalan.

Daftar Pustaka

- Anonim (a), 1973, A Policy On Geometric Design Of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Anonim (b), 2011, Peta Administrasi Kabupaten Bandung Barat, Badan Informasi Geospasial, Bandung Barat.
- Anonim (c), 2010, Peta Topografi Kabupaten Sukabumi, Badan Informasi Geospasial, Sukabumi.
- Anonim (d), 2016, Data Curah Hujan, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Kabupaten Bandung Barat.
- Anonim (e), 1970, Peraturan Perencanaan Sistem Drainase Jalan, Direktorat Jendral Bina Marga, 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.
- Malik, Dwiyogarani, 2008, Geologi dan Studi Aspek Panasbumi Sumur KMJ-X Area

- Panasbumi Kamojang Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung.
- Maryanto, 2008, Pengantar Perencanaan Tambang, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA, Bandung.
- Mukti, Rizal Anggara, 2014, Kasifikasi Iklim Kabupaten Blitar, Jurusan Geografi, Universitas Negeri Malang.
- Prodjosumarto, Partanto, 1993, Jalan Angkut Tambang, Direktorat Jendral Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, Bandung.
- Prodjosumarto, Partanto, 1993, Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan Institusi Teknologi Bandung, Bandung.
- Sudjatmiko, 1972, Peta Geologi Lembar Cianjur, Skala 1 : 100.000, Geologi Survey Indonesia.
- Sukirman, Sivia, 1999, Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Penerbit Nova, Bandung.
- Tannat, Dwayne D dan Regensburg, Bruce, 2001, Guidelines for Mine Haul Road Design, School of Mining and Petroleum Engineering Departement of Civil and Enviromental Engineering University Of Alberta.

