EVALUASI *RAMP* PADA PIT TUTUPAN UNTUK *DUMP TRUCK* KOMATSU HD 1500-7 DI PT PAMAPERSADA NUSANTARA

Faradilla Witha Fernanda[1], Uyu Saismana[2], Annisa[2], Abdul Rachmansyah[3]
[1]Mahasiswa, Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat
[2]Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat
[3] Mining Infrastructure Supervisor, Engineering Division, PT Pamapersada Nusantara
e-mail:* fernandafara@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Sumatra yang terletak di Pit Tutupan dibentuk dari material lempung yang sifatnya relatif stabil pada kondisi kering, namun pada kondisi hujan dan basah maka jalan akan semakin menurun daya dukungnya terhadap tekanan karena tanah akan meresapkan air yang ada sehingga kondisinya jenuh dan akan bersifat lembek. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya *slippery* pada alat angkut yaitu *dump truck* Komatsu HD 1500-7 dan kerusakan-kerusakan pada sebagian ruas jalan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menganalisa geometri jalan, daya dukung jalan, dan faktor-faktor keselamatan kerja. Setelah dilakukan analisa, diambil kesimpulan bahwa perlu dilakukan penambahan lapisan perkerasan jalan yang bertujuan untuk memperbaiki *ramp* tersebut.

Penelitian dimulai dengan menguji nilai CBR *subgrade* yaitu sebesar 49% Keterdapatan material di lapangan yaitu batulempung (*claystone*) dan batu split, maka dilakukanlah pengujian CBR Laboratorium untuk mengetahui nilai CBR-nya. Didapatkan hasil pengujian nilai CBR batulempung (*claystone*) sebesar 10 % dan batu split sebesar 91 %. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk perencanaan perbaikan lapisan perkerasan *ramp*. Desain yang direkomendasikan untuk perbaikan jalan Sumatra adalah desain yang terdiri dari *base* yang terbuat dari *claystone* setebal 21 inci dan *surface* yang terbuat dari batu split sebesar 6 inci.

Kata-kata kunci: *Ramp,* CBR, *claystone*, batu split

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan penambangan batubara, PT Pamapersada Nusantara menggunakan metode penambangan open pit dengan pengoperasian peralatan mekanis seperti *backhoe* untuk pemuatan dan *dump truck* untuk pengangkutan. Salah satu penentu keberhasilan metode penambangan ini adalah kelancaran pengangkutan material *overburden* dan batubara. Oleh karena itu maka jalan tambang perlu mendapat perhatian khusus agar dapat menunjang kinerja peralatan mekanis.

Ramp yang dijadikan tempat penelitian yaitu Jalan Sumatra yang terletak di Pit Tutupan area *High Wall*. Material yang membentuk jalan Sumatra adalah lempung yang sifatnya relatif stabil pada kondisi kering, namun pada kondisi hujan dan basah maka jalan akan semakin menurun daya dukungnya terhadap tekanan karena tanah akan meresapkan air yang ada sehingga kondisinya jenuh dan akan bersifat lembek. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya *slippery* pada alat angkut yaitu *dump truck* Komatsu HD 1500-7 dan kerusakan-kerusakan pada sebagian ruas jalan.

Parameter yang diamati antara lain geometri jalan meliputi lebar jalan, superelevasi, *cross slope*, dan *grade*, Kondisi jalan, rambu-rambu keselamatan kerja, dan desain perkerasan jalan di jalan Sumatra terhadap kesesuaian dengan alat angkut *dump truck* Komatsu HD 1500-7. Nantinya juga dilakukan pengujian laboratorium untuk masing – masing material yang terdapat di lapangan untuk mengetahui sifat – sifat fisik material dan nilai CBR. Sehingga dari hasil pengujian laboratorium dan keterdapatan material di tambang maka dapat dilakukan pemilihan jenis material untuk perencanaan perkerasan lapisan jalan angkut.

METODOLOGI

Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Pengumpulan Data Primer dilakukan dengan cara pengukuran langsung dilapangan dan wawancara. Sedangkan data sekunder diperoleh dari perusahaan, meliputi pengumpulan data curah hujan dan keadaan geomorfologi daerah penelitian. Sumber data sekunder yaitu studi pustaka dan dari perusahaan tempat penelitian.

Adapun data sekunder yang diperoleh untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Gambaran umum daerah penelitian
- Keadaan umum perusahaan
- Curah Hujan
- *Road Inspection Report* bulan Oktober-Desember 2011
- Spesifikasi alat angkut
- Profil Jalan Angkut
- *Rolling resistance*

Adapun data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan adalah :

- Geometri Jalan Angkut
- CBR aktual jalan angkut
- Jenis material dan keterdapatannya di lapangan
- Hasil Uji CBR material di laboratorium

Teknik Analisis Data

Beberapa analisa data yang dilakukan adalah :

1. Analisa Geometri Jalan Angkut

a. Lebar Jalan Lurus

$$L\,min = n.Wt + (n+1)\,(½.Wt) \quad (1)$$

Keterangan :
L min = lebar jalan angkut minimum (m)
N = jumlah lajur
Wt = lebar alat angkut (m)

b. Lebar Jalan Tikungan

$$W = n(U + Fa + Z) + C$$
$$C = Z = 0{,}5(U + Fa + Fb) \quad (2)$$

Keterangan:
W = lebar jalan angkut minimum pada tikungan (m)
U = lebar jejak roda (m)

Fa = lebar juntai depan (m)
Fb = lebar juntai belakang (m)
Z = lebar bagian tepi jalan (m)
C = jarak antar kendaraan (m)

c. Superelevasi

Tabel-1. Kecepatan Rencana Terhadap Super-Elevasi

V_R (Km/jam)	20	30	40	50	60	80
e (m/mm)	1/50	1/75	1/100	1/115	1/125	1/150

d. Cross Slope

$$cross\ slope = \frac{b}{a} m\ m/m \quad (3)$$

Keterangan :
b = Tinggi vertikal pada poros memanjang jalan
a = Jarak Horizontal

e. Grade (Kemiringan Jalan)

$$Grade(\alpha\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :
Δh = beda tinggi antara 2 titik yang diukur (m)
Δx = jarak datar antara 2 titik yang diukur (m)

2. Analisa Kondisi Jalan

a. Jenis Kerusakan

Ada beberapa jenis kerusakan yang sering terjadi di jalan tambang, yaitu p*othole, undulating, rough corrugation, smooth corrugation, up heavel, dan loose material*. Tabel 2 menunjukkan ilustrasi dari jenis kerusakan-kerusakan tersebut.

Tabel-2. Jenis Kerusakan pada Jalan Tambang

JENIS KERUSAKAN	KETERANGAN GAMBAR
POTHOLE	
UNDULATING	
ROUGH CORRUGATION	
SMOOTH CORRUGATION	
UP HEAVEL	
LOOSE MATERIAL	

b. *Road Inspection Report*

Road Inspection Report adalah laporan yang menunjukkan keadaan jalan yang diinspeksi setiap minggunya. Parameter *Road Inspection Report* untuk memantau kondisi jalan yaitu *surface condition*. Skala parameter ini yaitu 1-5, dengan nilai 5 untuk keadaan jalan yang paling bagus dan nilai 1 untuk keadaan jalan yang paling buruk. Berikut adalah uraian keadaan jalan skala 1-5 untuk *surface condition*.

Tabel-3. Uraian Keadaan Jalan untuk Parameter *Surface condition*

Uraian	Nilai
Jalan mulus, tidak ada gangguan terhadap unit	5
Jalan keriting halus, kecepatan unit normal	4
Undulasi tanpa *impact* terhadap unit, agak kasar, ada perlambatan unit	3
Undulasi, permukaan kasar, ada *impact* terhadap unit. Banyak tonjolan/bongkahan 5cm – 10cm	2
Undulasi rapat, lubang besar, terjadi *up heavel*. Banyak tonjolan atau bongkahan 5cm – 10cm	1

c. *Rolling Resistance* (Tahanan Gulir)

Tahanan gulir adalah jumlah segala gaya-gaya luar yang berlawanan dengan arah gerak kendaraan yang berjalan di atas jalur jalan atau permukaan tanah.

Tabel-4. Angka Rata-Rata Tahanan Gulir Untuk Berbagai Macam Jalan

Macam Jalan	RR Untuk Ban Karet lb/ton
"hard, smooth surface, well maintened"	40
"firm but flexible surface, well maintened".....	65
"dirt road, average construction road, little maintenance".....	100
"dirt road, soft or rutted".....	150
"deep, muddy surface, or loose sand"...	250-400

3. Analisa Hal-Hal Pendukung Kelancaran Dan Keselamatan Jalan Angkut

a. Rambu-Rambu Pada Jalan Angkut

Untuk menjamin keamanan sehubungan dengan digunakannya suatu jalan angkut, maka perlu kiranya dipasang rambu-rambu sepanjang jalan angkut tersebut. Pemasangan rambu-rambu ini diutamakan pada tempat-tempat yang diperkirakan cukup rawan dan berbahaya. Adapun rambu-rambu yang dipasang antara lain :
a. Tanda belokan
b. Tanda batas kecepatan
c. Tanda persimpangan jalan
d. Peringatan adanya tanjakan maupun jalan menurun

b. Lampu Penerangan

Lampu penerangan mutlak harus dipasang apabila jalan angkut digunakan pada malam hari. Biasanya pemasangan sarana penerangan dilakukan berdasarkan interval jarak dan tingkat bahayanya. Lampu-lampu tersebut dipasang antara lain pada :
a. Belokan,
b. Persimpangan jalan,
c. Tanjakan atau turunan tajam,
d. Jalan yang berbatasan langsung dengan tebing

c. Tanggul Jalan Untuk Menghindari Kecelakaan

Untuk menghindari kecelakaan yang mungkin terjadi karena kendaraan selip atau kerusakan rem atau karena sebab lain, maka pada jalan angkut tersebut perlu dibuat tanggul jalan di kedua sisinya. Hal ini terutama bila jalan berbatasan langsung dengan daerah curam, sehingga bila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan alat angkut tidak terperosok ke daerah yang curam.

4. Analisa Daya Dukung Jalan

a. Distribusi Beban

Dalam setiap perhitungan, beban roda yang terbesar yang digunakan sebagai dasar penentuan kesesuaian daya dukung tanah dengan beban yang melintas di atasnya. Jika tanah dasar sudah mampu

mendukung beban pada roda yang terbesar maka beban pada roda yang lebih kecil tidak perlu diperhitungkan lagi.

b. Pemeriksaan CBR Lapangan

Pengambilan nilai CBR dilakukan di 3 titik, yaitu tepi kiri dan kanan jalan, serta titik tengah jalan. Untuk mengetahui nilai CBR berdasarkan bacaan pada alat *Clegg Impact Soil Tester*, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$CBR\ (\%) = [(0.24 \times (IV) + 1]^2 \quad (5)$$

Keterangan :
CBR (%) = Nilai CBR dalam persen
IV = Nilai CBR pada pengujian keempat

c. Pemeriksaan CBR Laboratorium

Dalam pengujian material di laboratorium, ada dua data yang diperlukan yaitu :

- *Plasticity Index*
- *Density Material (Compact)*
- Nilai CBR Material

5. Analisa Perubahan Volume Material

Persen penyusutan dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Sh = \left(1 - \frac{B}{C}\right) \times 100\%$$

Keterangan :
Sh = Persen Penyusutan (%)
B = Berat jenis tanah asli (gram/cm^3)
C = Berat jenis tanah padat (gram/cm^3)

HASIL DAN DISKUSI

Analisa Geometri Jalan

a. Geometri Jalan Aktual

- Lebar Jalan Angkut
  Rata-rata lebar jalan lurus di jalan Sumatra sebesar 22,11 m. Sedangkan rata-rata lebar jalan tikungan sebesar 26,22 m.
- Superelevasi
  Dilihat dari pengukuran geometri jalan, rata-rata superelevasi pada segmen tikungan jalan angkut Sumatra sebesar 3,42 %.
- *Cross slope*
  Cross slope pada jalan Sumatra dibentuk menjadi double *cross slope*, artinya jalan angkut mempunyai dua sisi miring pada dua bagian jalannya.. Rata-rata *cross slope* di jalan Sumatra sebesar 2,04 %.
- *Grade*
  Berdasarkan pengukuran, maximal *grade* di jalan Sumatra sebesar 10,35 %, minimal *grade* sebesar 0,24 %, dan *average grade* sebesar 5,45 %.

b. Geometri Jalan Teoritis

Dilihat dari rata-rata nilai geometri jalan angkut, banyak terjadi ketidaksesuaian antara geometri teoritis dan geometri aktual. Hal ini perlu segera diperbaiki agar alat angkut dapat melintas dengan lebih lancar di jalan Sumatra. Nilai superelevasi sudah sesuai standar di jalan Sumatra, karena tidak ada yang melebihi nilai maksimalnya yaitu 10%.

Karena *culvert* (gorong-gorong) dipasang di sisi muatan, maka *crossfall* jalan Sumatra seharusnya dibentuk menjadi single *crossfall* yang miring ke arah muatan dengan besar 2-4 %. Tujuannya agar air mengalir ke sisi muatan kemudian masuk ke *inlet culvert*, dan akan keluar lewat *outlet* yang menuju ke sump. Dan dilihat dari keadaan jalan Sumatra yang banyak terdiri dari tanjakan, maka *grade* yang disarankan sebesar 8 %.

Gambar-1. Inlet *Culvert*

Tabel-1. Geometri Jalan Ideal

Geometri Jalan	Nilai
Lebar Jalan Lurus	24 m
Lebar Jalan Tikungan	28 m
Superelevasi	Maksimal 10 %
Cross slope	2%-4%
Grade	Maksimal 8 %
Jari-Jari Tikungan	Minimal 12,2 m

Analisa Kondisi Jalan

a. Jenis Kerusakan

Selama pengamatan di jalan Sumatra, ditemukan beberapa kerusakan yang mengindikasikan kurangnya daya dukung tanah terhadap beban yang melewati jalan tersebut. Kerusakan tersebut yaitu *smooth corrugation* (Gambar-1), *potholes* (Gambar-2), *up heavel* (Gambar-3), dan *loose material* (Gambar-4).

Gambar-2. *Smooth Corrugation*

Gambar-3. *Potholes*

Gambar-4. *Up Heavel*

Gambar-5. *Loose material*

b. *Road Condition Report*

Rasio *surface condition* dengan plan masih bernilai 78 %, dengan rata-rata penilaian selama 3 bulan sebesar 62 %. Artinya, kondisi jalan Sumatra berada di skala 3, yaitu kondisi jalan undulasi tanpa impact terhadap unit, agak kasar, ada perlambatan terhadap unit.

c. *Rolling resistance*

Nilai tahanan gulir (*Rolling resistance*) dari jalan Sumatra yaitu 100 lb/ton. Nilai ini cukup mewakili bahwa jalan tersebut dalam kondisi yang cukup rusak. Langkah untuk memperbaiki jalan terkait dengan nilai tahanan gulir (*Rolling resistance*) yang ada adalah dengan melakukan perbaikan perkerasan jalan. Perbaikan ini diharapkan dapat memperkecil nilai tahanan gulir (*Rolling resistance*).

Analisa Hal-Hal Pendukung Kelancaran Dan Keselamatan Jalan Angkut

Dari hasil pengamatan di lapangan, hal-hal pendukung kelancaran dan kesalamatan jalan angkut sudah terpenuhi. Hal ini terlihat dari sudah tersedianya rambu-rambu pada jalan angkut, lampu penerangan, tanggul jalan *(bundwall)*, dan gorong-gorong. Hanya rambu-rambu jalan perlu diperbaiki agar lebih kokoh dan lebih mudah dilihat oleh operator alat angkut.

Analisa Daya Dukung Jalan

a. Distribusi Beban

Berdasarkan perhitungan distribusi beban yang digunakan pada Komatsu HD 1500-7 adalah nilai yang paling besar pada masing-masing roda, yaitu 91.671,25 lb.

b. Pemeriksaan CBR Lapangan

Dari hasil pengukuran di Jalan Sumatra, didapatkan nilai CBR *subgrade* sebesar 49 %.

c. Pemeriksaan Laboratorium

Dari hasil pengujian laboratorium, didapatkan hasil sebagai berikut :

- Material *Claystone*
  CBR = 10 %
  PI = 11,85 %
  Density (Compact) = 2,13 %
- Material Batu Split
  CBR = 91 %
  Density (Compact) = 2,04 %

Analisa Perubahan Volume Material

- Persen Penyusutan *Claystone* = 35,7 %
- Persen Penyusutan Batu Split = 9,8 %

Rekomendasi Desain Perbaikan Perkerasan Jalan

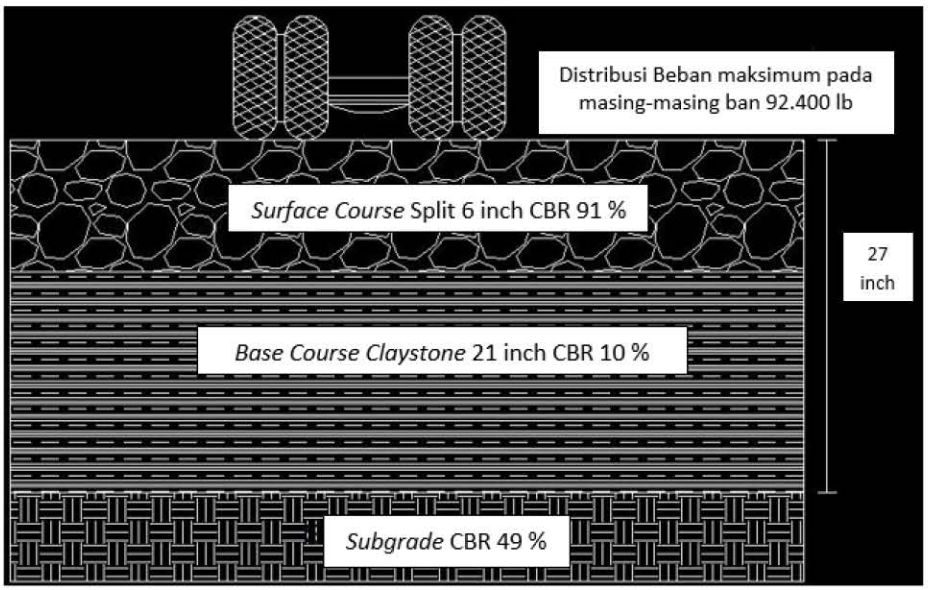
Desain perkerasan jalan ini didapat dengan metode CBR menggunakan 2 material, yaitu *claystone* dan batu split. Keuntungan dari pemilihan desain perbaikan jalan ini antara lain :

- Keterdapatan material yang mudah didapatkan di lapangan
- Desain paling ekonomis karena hanya memakai material yang terdapat di tambang

Sedangkan kekurangannya yaitu :

- *Plasticity Index* (PI) cukup tinggi,sehingga kembang susut besar
- Daya dukung sangat dipengaruhi oleh kandungan airnya, jika semakin tinggi kadar airnya, maka semakin turun daya dukungnya
- Pembuatan jalannya hanya dua lapisan, yaitu *subgrade* dan *surface*.

Parameter yang diperlukan dalam menghitung volume material perkerasan jalan adalah tebal lapisan material perkerasan jalan, lebar jalan angkut, panjang jalan perkerasan dan faktor penyusutan material serta faktor pengembangan material .



Gambar-6. Rekomendasi Desain Perkerasan Jalan

KESIMPULAN

- Geometri aktual di jalan Sumatra meliputi lebar jalan lurus sebesar 22,11 m, lebar jalan tikungan sebesar 26,22 m, rata-rata superelevasi sebesar 3,42 %, rata-rata *cross slope* sebesar 2,04 %, rata-rata *grade* sebesar 5,45 %
- Perencanaan geometri jalan angkut yang sesuai untuk *dump truck* Komatsu HD 1500-7 adalah lebar jalan pada jalan lurus 24 meter, lebar jalan angkut pada tikungan 28,1 meter, superelevasi maksimal 10 %, cross-slope 2%-4%, *grade* maksimum 8%, dan jari-jari tikungan minimal 12,2 m.
- Kondisi jalan Sumatra dilihat dari 3 penilaian, yaitu :
  - Parameter Kerusakan
    Selama pengamatan di Jalan Sumatra ditemukan beberapa kondisi kerusakan yaitu smooth corrugation, *potholes*, up heavel, dan *loose material*.
  - *Road Condition Report*
    Kondisi Jalan Sumatra masih di bawah target yang ditetapkan oleh PT Pamapersada Nusantara Job Site PT Adaro Indonesia, karena rata-rata nilai Jalan Sumatra berada di skala 3, yang berarti kondisi jalan undulasi tanpa impact terhadap unit, agak kasar, ada perlambatan terhadap unit.
  - *Rolling resistance*
    Nilai *Rolling Resistance* teoritis jalan Sumatra mempunyai nilai 100 lb/ton. Nilai ini cukup mewakili bahwa jalan tersebut dalam kondisi yang cukup rusak.
- Hal-hal pendukung keselamatan seperti rambu-rambu jalan, lampu penerangan, dan tanggul jalan sudah tersedia di Jalan Sumatra.
- Nilai CBR *subgrade* yang didapat dengan *Clegg Impact Soil Tester* di Jalan Sumatra sebesar 49 %.
- Nilai CBR masing-masing material yang menjadi pilihan di lapangan adalah batulempung (*claystone*) sebesar 10 % dan batu split sebesar 91 %.
- Desain Perkerasan Jalan yang paling tepat untuk jalan Sumatra adalah Desain Perkerasan I. Desain ini memiliki dua lapisan yaitu *Surface* Course setebal 6 inci dengan material batu split dan *Base* Course setebal 21 inci dengan material *claystone*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anonim, 2007. *Specifications & Application Handbook Edition 28*, Komatsu, Japan, Hal 7,8.

[2] Anonim, 2011, *Clegg Impact Soil Tester*, pada http://www.productsdb.com/produkdetail.php?kpid=&pkid=&pid=14288, Diakses pada tanggal 15 Juni 2012, pukul 20.00 WITA

[3] Indonesianto,Y., 2008, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta, Hal 60,78,79.

[4] Irawan, D., 2010, California Bearing Ratio, pada http://karpetilmusipil.blogspot.com/2010/01/cbr-california-bearing-ratio.html, Diakses pada tanggal 16 Juni 2012, pukul 21.00 WITA.

[5] Kaufman, W.K and Ault, J.C., 1977, *Design of Surface Mine Haulage Roads* – A Manual, United States Department of The Interior, Bureau of Mines, USA, Hal 20,37.

[6] Prodjosumarto, P., 1989, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung, Hal 70,186.

[7] Suwandhi, A., 2004, *Diktat Perencanaan Tambang Terbuka seri Perencanaan Jalan Tambang,* Universitas Islam Bandung, Bandung, Hal 2-4,9-10,12-13,15-16,22,24.

[8] Wedhanto, S., 2009, *Diktat Kuliah Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, Hal 47.

[9] Wulan, S.M.R, 2006, *Dinamika Teknik Sipil Vol. 6 No. 2,* Banjarbaru, Hal 79.