

## ANALISA GEOMETRI JALAN TERHADAP PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT DALAM KEGIATAN PENGANGKUTAN MATERIAL TIMBUNAN DI PT SUMATERA PEMBANGKIT MANDIRI KECAMATAN PAHAE JULU KABUPATEN TAPANULI UTARA PROVINSI SUMATERA UTARA

Roy Pronsens Nainggolan<sup>1</sup>, Nalom D. Marpaung<sup>2</sup>, Semangat Marudut Tua Debataraaja<sup>3</sup>

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede  
Jl. DR. TD Pardede No. 8 Medan 20153, Sumatera Utara

Email : [roipronsens@gmail.com](mailto:roipronsens@gmail.com)<sup>1</sup>, [nalommarpaung23@gmail.com](mailto:nalommarpaung23@gmail.com)<sup>2</sup>, [semangattuadebataraaja@gmail.com](mailto:semangattuadebataraaja@gmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penelitian dilakukan di PT. Sumatera Pembangkit Mandiri, yang bergerak dibidang PLTA. Jalan merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pada penelitian ini. Kegiatan pengangkutan material timbunan dipengaruhi oleh geometri jalan. Adapun geometri jalan mencakup lebar jalan lurus, tikungan, grade jalan dan superelevasi. Berdasarkan perhitungan aktual didapatkan produksi 124,56 LCM/Jam. Setelah dilakukan perhitungan teoritis didapatkan produksi 209 LCM/Jam.

Dari hasil analisa geometri jalan didapatkan dengan jarak 500 m, segmen jalan dibagi menjadi 12 segmen, dimana terdiri dari 8 jalan lurus dan 4 jalan tikungan. Lebar jalan lurus aktual dilapangan mulai dari 5-6 meter sedangkan lebar jalan minimum 7 meter, pada segmen A-B sampai L-M perlu melakukan pelebaran jalan. Lebar jalan tikungan aktual mulai dari 6-7 meter, sedangkan lebar jalan tikungan minimum 8 meter, segmen C-D, E-F, H-I dan J-K belum memenuhi kondisi jalan minimum untuk itu perlu dilakukan pelebaran jalan tikungan. Grade jalan aktual mulai dari 1,4-20,6 %, sedangkan grade jalan maksimal 8%, segmen E-F sampai dengan L-M grade jalan harus diperbaiki karena melebihi dari grade jalan maksimal. Superelevasi aktual mulai dari 1,4-1,05, sedangkan superelevasi minimum 1,01 meter, segmen E-F dan K-L memerlukan penambahan tinggi superelevasi karena kurang dari nilai superlevasi maksimum.

Berdasarkan analisa dilapangan dengan menggunakan data geometri jalan aktual, cycle time yang didapatkan 1415 detik, dan cycle time teoritis yaitu 841,5. Maka didapatkan perhitungan produksi per/jam dengan menggunakan nilai cycle time, produksi aktual yang didapatkan 124,56 LCM/Jam sedangkan produksi dengan menggunakan teoritis yang didapatkan 209,45 LCM/Jam.

**Kata kunci :** Lebar jalan lurus, tikungan, Grade jalan, Superelevasi dan Cycle time.

### ABSTRACT

*The research was conducted at PT. Sumatra Pembangkit Mandiri, which is engaged in hydropower. The road is one of the factors that greatly influence this research. Piled material hauling activities are influenced by the geometry of the road. The road geometry includes straight road width, bends, road grade and super elevation. Based on the actual calculation, the production is 124.56 LCM/hour. After doing theoretical calculations, the production is 209 LCM/hour.*

From the results of the analysis of the road geometry obtained with a distance of 500 m, the road segment is divided into 12 segments, which consist of 8 straight roads and 4 curved roads. The actual straight road width in the field starts from 5-6 meters while the minimum road width is 7 meters, in segments A-B to L-M it is necessary to widen the road. The actual width of the bend road starts from 6-7 meters, while the minimum road width of the bend is 8 meters, the C-D, E-F, H-I and J-K segments do not meet the minimum road conditions, so it is necessary to widen the bend road. The actual road grade ranges from 1.4-20.6%, while the maximum road grade is 8%, the E-F to L-M road grade segments must be repaired because they exceed the maximum road grade. The actual superelevation ranges from 1.4-1.05, while the minimum superelevation is 1.01 meters, the E-F and K-L segments require additional superelevation height because it is less than the maximum superelevation value.

Based on field analysis using actual road geometry data, the cycle time obtained is 1415 seconds, and the theoretical cycle time is 841.5. Then the calculation of production per/hour using the cycle time value is obtained, the actual production obtained is 124.56 LCM/hour while the production using the theoretical obtained is 209.45 LCM/hour.

**Key words :** straight road width, bend, road grade, superelevation and cycle time.

## PENDAHULUAN

Dalam perencanaan geometri jalan harus diperhatikan kondisi topografi, lokasi, rencana kerja dan peralatan mekanis yang akan digunakan dalam kegiatan, geometri jalan yang sesuai dengan persyaratan dan dimensi alat angkut serta daya dukung tanah yang mampu menopang beban alat angkut yang melintas di atasnya dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap keamanan dan kelancaran operasi pengangkutan.

Alat angkut tidak bisa beroperasi secara optimal dikarenakan kondisi jalan angkut (*hauling*) yang sempit, tanjakan yang terlalu tinggi, kemiringan jalan dan sebagainya dan masalah yang dialami pada perusahaan tambang pada umumnya yaitu jalan yang terlalu sempit dan sering mengalami gangguan pada alat angkut *dump truck*. Dengan adanya permasalahan tersebut maka analisis mengenai kondisi geometri jalan angkut (*hauling*) dari pengangkutan material ke tempat penimbunan pada perusahaan tambang.

Jalan angkut yang baik tentunya dapat mendukung kinerja alat angkut yang melaluinya, oleh karena itu jalan tambang perlu mendapat perhatian khusus agar dapat menunjang kinerja peralatan mekanis. Pada jalan tambang sering di jumpai kerusakan-kerusakan di badan jalan seperti jalan berlubang permukaan jalan tidak

mulus. Dalam kondisi jalan yang berlubang menjadi hambatan pada proses pengangkutannya dan tanjakan yang terlalu curam menyebabkan gangguan pada waktu edar alat angkut sehingga menurunkan kecepatan alat angkut. (Akhmad Rifandy 2016).

Adapun maksud dan tujuan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui geometri jalan angkut pada wilayah PT Sumatera Pembangkit Mandiri.
2. Menganalisa geometri jalan yang ada di PT. Sumatera Pembangkit mandiri.

Lokasi penelitian tugas akhir dilaksanakan di PT Sumatera pembangkit mandiri, kecamatan pahae julu, kabupaten tapanuli utara, provinsi sumatera utara.

## TINJAUAN UMUM

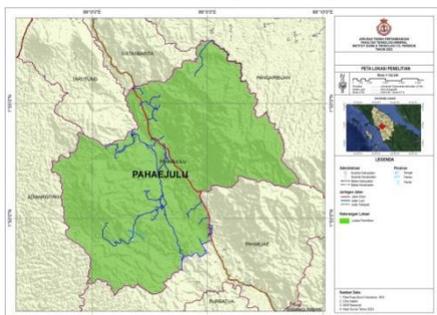
Tenaga air telah digunakan sejak zaman kuno untuk menghasilkan listrik, pembangkit listrik air pertama di dunia dikembangkan di inggris, pembangkit itu digunakan untuk menyalakan sebuah lampu busur di galeri seninya pembangkit listrik tenaga air terus berkembang pada abad ke-20 tenaga air disebut batu bara bersih karena hasil dan ketersediaannya. PT. Sumatera Pembangkit mandiri berada di kecamatan pahae julu kabupaten tapanuli utara, provinsi sumatera utara

terletak disungai batang toru di provinsi sumatera utara, dan proyek ini juga menghasilkan listrik. Pembangkit listrik tenaga air adalah pengembangan tipe pengalihan. Tingkat penyimpanan air normal dari bendungan perusahaan adalah 585,50m, total kapasitas penyimpanan reservoir adalah 1,943 juta m, dan total kapasitas terpasang adalah 18 mw. Jenis pembangkit listrik tenaga air, yang merupakan proyek kelas IV struktur hidrolik permanen utama hub adalah kelas 4, dan bangunan sekunder adalah kelas 5.

Bangunan utama dalam proyek ini adalah bendungan penahan (termasuk bendungan pelimpah, bendungan pelimpah dan debit banjir dan pintu air pasir). Terowongan pengalihan tekanan, penstock pembangkit listrik, stasiun booster ruang manajemen dan jalan akses. Standard bendungan dirancang sesuai dengan banjir 30 tahun dan diperiksa setiap 200 tahun. Standar banjir pembangkit listrik dirancang sesuai dengan banjir 30 tahun dan diperiksa setiap 100 tahun. Disipasi energi dan pencegahan erosi adalah dirancang sesuai dengan banjir 20 tahun.

Wilayah PT Sumatera Pembangkit Mandiri dapat dilihat pada gambar di bawah terletak di desa simanampang, kecamatan pahae julu kabupaten tapanuli utara provinsi sumatera utara.

Lokasi wilayah PT sumatera pembangkit mandiri dapat dicapai dengan sarana transportasi  $\pm$  249 km. Kondisi jalan ini berupa jalan aspal yang dapat ditempuh dengan waktu  $\pm$  8 jam. Perjalanan dilanjutkan dari simpang pahae julu menuju simanampang dengan aspal bercampur tanah serta berbatu dengan waktu tempuh  $\pm$  15 menit sampai ke lokasi PT sumatera pembangkit mandiri.



Gambar 1 Lokasi dan kesampaian daerah

## DASAR TEORI

Kep Mentri ESDM No 1827 Th (2018) menyatakan, Jalan Pertambangan adalah jalan khusus yang diperuntukan untuk kegiatan pertambangan dan berada di area pertambangan atau area proyek yang terdiri atas jalan penunjang dan jalan tambang. Jalan pertambangan/ produksi adalah jalan pada wilayah pertambangan dan/ atau wilayah proyek yang digunakan oleh peralatan mekanis pemindahan tanah dan unit pendukung lainnya dalam kegiatan pengangkutan, pembebanan berlebih, ekstraksi material galian dan kegiatan pendukung penambangan. Geometri jalan yang perlu diperhatikan sama dengan jalan pada umumnya, yaitu lebar jalan angkutan dan kemiringan jalan dan seterusnya. Alat angkut atau *truck* umumnya berdimensi lebih besar, panjang dan lebar dibanding dengan alat angkut di jalan raya, oleh karena itu geometri jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang dipergunakan supaya alat angkut dapat bekerja bebas pada kecepatan normal dan aman.

### Geometri Jalan Angkut

Secara umum jalan angkut berfungsi untuk menunjang kelancaran dalam operasi kegiatan khususnya dalam kegiatan transportasi ataupun pengangkutan. Kondisi jalan yang dapat mempengaruhi kegiatan pengangkutan dapat diatasi dengan melakukan perubahan pola design ataupun rancangan jalan tersebut. Adapun factor – yang harus diperhatikan adalah lebar jalan angkut tambang, super elevasi, *cross slope*, kemiringan jalan, serta ketahanan jalan.

Fungsi utama jalan angkut adalah untuk menunjang kelancaran operasional pengangkutan, dalam kegiatan ini baik dalam pengangkutan material ke penimbunan atau pengangkutan di sekitar PT Sumatera Pembangkit Mandiri dan juga jalan angkut merupakan bagian dari perencanaan yang lebih ditekankan pada rencana bentuk fisik jalan sehingga bisa memenuhi fungsi dasar jalan angkut, karena tujuan dari perencanaan geometri jalan angkut adalah menghasilkan infrastruktur Aman, memaksimalkan pelayanan dan memaksimalkan rasio antara tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan, bentuk

ukuran Route bagus dan pemberian pengalaman berkendara yang menyenangkan bagi mesin dan pengemudi truck yang menggunakannya.

#### **Cross Slope ( Kemiringan Melintang)**

Pada dasarnya jalan angkut memiliki penampang melintang cembung. Dibuik demikian dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran. Saat hujan atau karena hal lain, air di jalan langsung mengalir ke pinggir jalan angkutan tidak berhenti dan menumpuk di jalan. Hal ini penting karena penumpukan air di permukaan jalan angkutan menimbulkan bahaya bagi kendaraan yang lewat. Dan mempercepat kerusakan jalan. Secara umum, jalan raya memiliki luas penampang yang umumnya cembung.

#### **Kemiringan Jalan dan Grade Resistance**

Kemiringan Jalan Angkut dan *Grade Resistance*. 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. Tahanan kemiringan (*grade resistance*), ialah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilaluinya (Partanto, 2000).

#### **Ketahanan Jalan Angkut**

Perkerasan jalan merupakan suatu struktur yang dibangun di atas sublapisan tanah yang berfungsi sebagai penutup menangani beban lalu lintas. Secara umum di bedakan tiga jenis struktur permukaan jalan, yaitu :

1. perkerasan lentur (*flexible pavement*)
2. perkerasan kaku (*rigid pavement*)
3. perkerasan kombinasi lentur-kaku (*composite pavement*).

#### **Produktivitas**

Produktivitas suatu alat selalu bergantung pada waktu siklus. Waktu siklus truk meliputi waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran, dan waktu perjalanan. Perjalanan pulang dan jadwal online. Rumus yang digunakan untuk menghitung

produktivitas truk adalah: faktor-faktor yang mempengaruhi waktu siklus truk adalah:

- 1) Waktu muat, tergantung pada:
  - a) Ukuran dan jenis alat pemuat
  - b) Jenis dan kondisi material yang dimuat
  - c) Kapasitas alat angkut
  - d) Kemampuan operator alat muat dan alat angkut
- 2) Waktu berangkat atau pengangkutan tergantung pada:
  - a) Jarak tempuh alat angkut
  - b) Kondisi jalan yang dilalui
- 3) Waktu pembongkaran muatan tergantung pada:
  - a) Jenis dan kondisi material
  - b) Cara pembongkaran material
  - c) Jenis alat pengangkutan
- 4) Waktu antri tergantung pada:
  - a) Jenis alat pemuat dan posisi alat pemuat
  - b) Kemampuan alat angkut untuk berputar.

#### **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian yang bersifat Deskriptif. Melalui penelitian deskriptif ini, peneliti nantinya akan memberikan hasil berupa perhitungan pada jalan lurus, jalan pada tikungan, kemiringan jalan (*grade*), dan superelevasi.

Data primer merupakan data yang diambil secara langsung dari pengamatan di lapangan yaitu:

1. Data pengukuran lebar jalan lurus dan lebar jalan pada tikungan.
2. Data pengukuran kemiringan jalan (*grade*).
3. Superelevasi.
4. Data sycle time.

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan di sajikan dalam bentuk grafik-grafik atau rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **Hasil Penelitian**

Hasil pengamatan dilapangan didapatkan berupa alat angkut yang digunakan dan geometri jalan angkut yang meliputi lebar jalan lurus maupun lebar jalan tikungan, *grade* (kemiringan jalan) dan superelevasi.

**Alat Angkut**

*Dump truck* terbesar yang digunakan dalam mengangkut material timbunan di lokasi penelitian adalah Mitsubishi FE HDV. Lebar alat angkut dijadikan sebagai kondisi geometri jalan teoritis dimana lebar alat angkut yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 meter. Dimana lebar alat angkut dihitung dari kaca spion sisi kiri sampai kaca spion sisi kanan. Spesifikasi alat angkut dapat dilihat di lampiran (B).

**Alat Pengukur Yang Digunakan**

Untuk mengetahui seberapa besar keterbentukan geometri jalan angkut maka perlu dilakukan pengambilan data. Dalam pengambilan data geometri jalan angkut digunakan alat pengukur yang disebut TS (*Total Station*).

TS merupakan suatu alat yang berperan untuk melakukan pemetaan secara modern serta perancang kontuksi. TS merupakan teodolit terintegrasi dengan komponen pengukur jarak elektronik (*electronic distance meter* atau EDM) untuk membaca jarak dan kemiringan dari instrument ke titik tertentu. *Total station* digunakan untuk mengukur jarak pada lebar jalan dan panjang jalan.

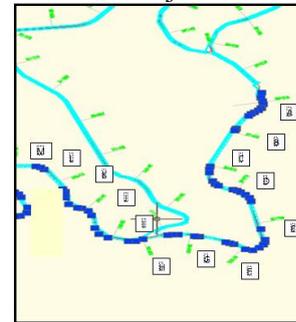
**Kondisi jalan**

Keadaan jalan yang digunakan untuk pengangkutan material timbunan menuju *disposal* tidak cukup baik dikarenakan beberapa titik lebar jalan angkut tidak sesuai dengan standart teori sehingga menghambat laju laju *dump truck* dalam pengangkutan material timbunan tersebut.

Jalan angkut material timbunan memiliki jarak 500 meter dari font penggalian sampai ke *disposal* yang dibagi dalam 12 segmen dimana segmen itu terdiri dari 8 segmen jalan lurus dan 4 segmen jalan tikungan. Adapun segmen jalan tikungan terdiri dari 4 segmen yaitu segmen (C-D, E-F, H-I, J-K) sedangkan sisanya merupakan segmen jalan lurus. Setiap segmen jalan ditetapkan berdasarkan pengamatan dilapangan, pada saat melakukan observasi lapangan menemukan dimana alat angkut yang membawa material dari front penggalian saat berpapasan dengan alat angkut dalam keadaan kosong dari *disposal* baru berhenti salah satunya, dikarenakan sempit

jalan tersebut untuk di lalui dua alat angkut sekaligus. Lintasan jalan angkut berikut pembagian segmen yang dilakukan disepanjang jalan angkut material timbunan.

Jarak pandang merupakan suatu jarak yang diperlukan oleh seseorang pengemudi pada saat mengemudi, demikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan maka pengemudi dapat melakukan suatu tindakan untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang dapat di mamfaat kan pula dalam perencanaan penempatan rambu-rambu jalan dan marka jalan baik secara geometrik maupun kondisi lingkungan yang kurang memenuhi persyaratan. Kondisi geometri jalan yang tidak sesuai dengan standard teknis perencanaan dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan di jalan.



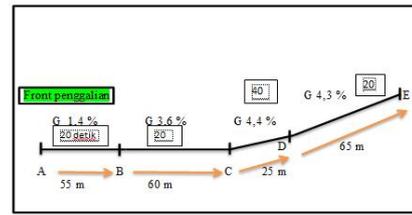
**lebar Jalan Lurus Aktual**

Lebar jalan angkut produksi sangat mempengaruhi kelancaran operasi pengangkutan. Lebar jalan angkut dari *front* penggalian menuju *disposal* memiliki lebar yang bervariasi. Pengukuran lebar jalan menggunakan TS yang diukur masing masing segmen. Perhitungan lebar jalan lurus berbeda dengan lebar jalan pada tikungan karena jalan lebar tikungan lebih besar daripada lebar jalan lurus jumlah lajur pada jalan angkut produksi mempunyai 2 lajur (n) dengan unit alat angkut terbesar yang menjadi patokan pengukuran lebar adalah Mitsubishi FE HDV yang mempunyai lebar 2 meter (Wt). lebar jalan lurus dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1 Lebar Jalan Lurus Aktual

Segmen	Jarak (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)
A-B	55	5
B-C	60	6

D-E	65	6
F-G	45	6
G-H	61	5
I-J	50	6
K-L	34	6
L-M	30	6



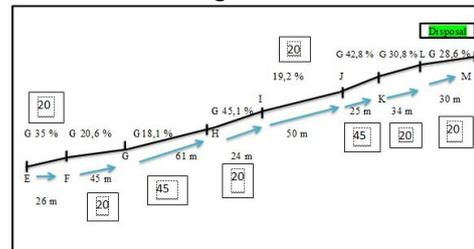
Gambar 3 Trace jalan dari front penggalian ke segmen E

**Lebar Jalan Tikungan Aktual**

Berdasarkan pengamatan dilapangan didapatkan data sebagai berikut : Jarak roda depan dengan bagian depan truk (Ad) 1 m, jarak roda belakang dengan bagian belakang truk (Ab) sebesar 1,5 m, jejak antar roda (U) sebesar 1,4 m, jumlah jalur (n) sebesar 2, jarak antara poros roda depan dan belakang (Wb) sebesar 3,3 m.

Tabel 2 Lebar Jalan Tikungan

Segmen	Jarak (m)	Lebar Jalan Tikungan (m)
C-D	25	6
E-F	26	7
H-I	24	7
J-K	25	6



Gambar 4 Trace jalan dari segmen E ke disposal

**Superelevasi Aktual**

Superelevasi merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena beda ketinggian. Fungsi superelevasi untuk mengatasi gaya sentrifugal kendaraan pada saat membelok, sekaligus untuk mengalirkan air langsung ke tepi jalan saat turun hujan. Nilai superelevasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4 superelevasi

Segmen	Lebar Jalan Aktual (m)	superelevasi aktual (m)
C-D	6	1,04
E-F	7	0,95
G-H	7	1,05
K-L	6	0,67

**Kemiringan (Grade) Jalan Aktual**

Kemiringan jalan atau *grade* dinyatakan dalam bentuk (%) yang merupakan perbandingan beda tinggi dengan jarak mendatar. *Grade* jalan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3 Kemiringan Jalan

Segmen	Beda Tinggi Elevasi	Jarak (m)	Grade Jalan (%)
A-B	0,8	55	1,4
B-C	2,2	60	3,6
C-D	1,1	25	4,4
D-E	2,8	65	4,3
E-F	9,1	26	35
F-G	9,3	45	20,6
G-H	11,1	61	18,1
H-I	10,9	24	45,1
I-J	9,6	50	19,2
J-K	10,7	25	42,8
K-L	10,5	34	30,8
L-M	8,6	30	28,6

**Produktivitas Alat Angkut Aktual**

Produksi aktual berdasarkan pada pengamatan cycle time 1415 dilapangan dengan hasil sebesar 124,56 LCM/Jam. (lampiran G ). Dalam penelitian ini saya menggunakan 4 *Dump Truck* Mitsubihsi FE HDV maka cycle time *dump truck* dapat kita lihat pada tabel berikut : Produksi aktual berdasarkan pada pengamatan dilapangan cycle time DT 1 dengan hasil sebesar 49 LCM/Jam, (lampiran I ).

Tabel 5 Cycle time DT 4 Mitsubishi FE 74 HDV

No	Loading Time	Hauling Time	Dumping Time	Return Time	Spot and Delay Time	Total
1	61,41	252,16	23,44	255,2	40,16	632,37
2	50,1	258,8	21,2	40,18	35,2	405,48
3	52,19	219,2	22,5	243,48	36,19	573,56
4	50,2	210,6	21,15	250,9	42,16	575,01
5	56,3	202,2	20,16	253,4	42,3	574,36
6	59,3	259,5	25,4	240,16	40,5	624,86
<b>Total</b>	<b>329,5</b>	<b>1402,46</b>	<b>133,85</b>	<b>1283,32</b>	<b>236,51</b>	<b>3385,64</b>
<b>Rata Rata</b>	<b>54,91667</b>	<b>233,7433</b>	<b>22,30833</b>	<b>213,8867</b>	<b>39,41833</b>	<b>564,2733</b>

Pada segmen C-D mengalami waktu hambatan 40 detik, segmen G-H 45 detik dan pada segmen J-K 45 detik karena geometri jalan pada segmen C-D, G-H, dan J-K tidak memenuhi standart geometri.

Tabel 6 Cycle Time Dump Truck Mitsubishi FE 74 HDV keseluruhan 4 DT

No	Loading Time	Hauling Time	Dumping Time	Return Time	Spot and Delay Time	Total
1	55,76	259,5	23,33	240,6	46,82	626,01
2	53,79	202,2	20,22	210,3	32,23	518,74
3	49,8	255,87	30,4	220,8	47,65	604,52
4	53,21	285,87	22,15	255,9	38,7	655,83
5	66,13	265,27	21,8	230,23	41,2	624,63
6	56,8	239,19	22,35	210,4	39,1	567,84
7	52,16	245,2	25,2	266,2	35,25	624,01
8	50,18	232,6	32,1	220,4	42,2	577,48
9	51,2	240,2	33,2	220,5	33,16	578,26
10	52,19	210,6	25,12	225,6	39,2	552,71
11	54,2	260,2	23,33	240,6	33,4	611,73
12	52,21	283,19	21,4	246,7	32,47	635,97
13	50,4	240,3	22,2	220,8	37,5	571,2
14	61,2	247,6	21,5	210,47	31,27	572,04
15	59,36	250,1	20,22	260,42	40,15	630,25
16	56,2	230,8	21,4	255,8	45,2	609,4
17	62,19	240,17	23,33	245,6	39,4	610,69
18	56,7	243,3	23,2	235,17	36,4	594,77
19	61,41	252,16	23,44	255,2	40,16	632,37
20	50,1	258,8	21,2	40,18	35,2	405,48
21	52,19	219,2	22,5	243,48	36,19	573,56
22	50,2	210,6	21,15	250,9	42,16	575,01
23	56,3	202,2	20,16	253,4	42,3	574,36
24	59,3	259,5	25,4	240,16	40,5	624,86
<b>Total</b>	<b>1323,18</b>	<b>5834,62</b>	<b>566,3</b>	<b>5499,81</b>	<b>927,81</b>	<b>14151,72</b>
<b>Rata Rata</b>	<b>55,1325</b>	<b>243,1091667</b>	<b>23,59583333</b>	<b>229,15875</b>	<b>38,65875</b>	<b>589,655</b>

Hasil *cycle time dump truck* Mitsubishi FE 74 HDV dengan jarak 500 m adalah 1415 (235,8) menit.

**Pembahasan**

Pembahasan tentang geometri jalan secara teoritis atau standart sebagai berikut :

**Perbaikan Geometri Jalan Aktual dengan Teoritis**

Untuk mengetahui apakah nilai geometri jalan aktual itu sudah sesuai dengan seharusnya atau standard, maka perlu dilakukan perhitungan ulang geometri jalan secara teoritis. Sehingga dengan menghitung ulang geometri jalan secara teoritis maka akan diketahui perbaikan-perbaikan yang dilakukan pada setiap segmen.

**Perbaikan Lebar Jalan Lurus Aktual dengan Teoritis**

Hasil untuk lebar jalan lurus minimum adalah sebesar 7 m ( lampiran C ).

Data lebar jalan persegmen yang tidak memenuhi lebar jalan minimum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6 Perbaikan Lebar Jalan Lurus Minimum

Segmen	Jarak (m)	Lebar Jalan Minimum (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Lebar Jalan Yang Harus Diperbaiki (m)
A-B	55	7	5	2
B-C	60	7	6	1
D-E	65	7	6	1
F-G	45	7	6	1
G-H	61	7	5	2
I-J	50	7	6	1
K-L	34	7	6	1
L-M	30	7	6	1

Dari tabel diatas segmen jalan yang harus diubah untuk memenuhi lebar jalan minimum diperlukan perbaikan lebar jalan lurus pada segmen A-B sampai dengan L-M.

**Perbaikan Lebar Jalan Tikungan dengan Teoritis**

Hasil untuk lebar jalan tikungan minimum adalah sebesar 8 m. (lampiran F).

Data lebar jalan tikungan persegmen yang tidak memenuhi lebar tikungan minimum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7 Lebar Jalan Tikungan Minimum

Segmen	Jarak (m)	Lebar Jalan Tikungan Minimum (m)	Lebar Jalan Tikungan (m)	Lebar Jalan Yang Harus Diperbaiki (m)
C-D	25	8	6	2
E-F	26	8	7	1
H-I	24	8	7	1
J-K	25	8	6	2

Dari tabel diatas dapat dilihat dari segmen C-D, E-F, H-I, J-K belum memenuhi kondisi jalan minimum.

**Perbaikan Grade Jalan Aktual dengan Teoritis**

Berdasarkan Teori jalan menurut AASHTO maka didapatkan hasil *grade* jalan dari segmen A-B adalah sebesar 1,4 % (lampiran D).

Data kemiringan Jalan (*grade*) persegmen yang melebihi nilai jalan maksimum dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 8 kemiringan jalan

Segmen	Beda Tinggi Elevasi	Jarak (m)	Grade Jalan %	Grade Jalan Maksimum %	Grade Jalan Yang Harus Diperbaiki %	Tonase m <sup>3</sup>	Ton	Tanggul/Ton
A-B	0,8	55	1,4	8	-			
B-C	2,2	60	3,6	8	-			
C-D	1,1	25	4,4	8	-			
D-E	2,8	65	4,3	8	-			
E-F	9,1	26	35	8	27	25,2	3,6	3,1
F-G	9,3	45	20,6	8	37	41,5	5,9	5,4
G-H	11,1	61	18,1	8	10,1	25,6	6,1	7,2
H-I	10,9	24	45,1	8	37,1	23,5	3,3	2,9
I-J	9,6	50	19,2	8	11,2	42	6	6
J-K	10,7	25	42,8	8	34,8	18,9	3	3
K-L	10,5	34	30,8	8	22,8	25,6	3,6	4,1
L-M	8,6	30	28,6	8	20,6	25,2	3,6	3,6
Total							35,1	35,3

Dari tabel diatas dapat dilihat kondisi *grade* jalan pada beberapa segmen melebihi dari *grade* jalan maksimum dan tonase pada segmen E-F sampai dengan L-M, jarak 295 meter dengan 35,7 ton yang akan digali kapasitas vessel 7 ton dengan menggunakan 4 dump truck, *grade* jalan nya melebihi *grade* jalan maksimum akan digunakan untuk menutupi bagian tepi jalan dan volume tanggul dari segmen E-F sampai dengan L-M yaitu 35,99 m<sup>3</sup> dengan 35,3 ton.

**Perbaikan Superelevasi Aktual dengan Teoritis**

Fungsi superelevasi untuk mengatasi gaya sentrifugal kendaraan pada saat membelok, sekaligus untuk mengalirkan air langsung ke tepi jalan saat turun hujan. Dengan kecepatan 9,23 km/jam dan jari-jari tikungan sebesar 9 meter,

maka angka superelevasi (e) yang adalah sebesar 0,04 dan beda tinggi yang dibuat adalah 1,01 m. Adapun perhitungan superelevasi berdasarkan teoritis dapat dilihat pada (lampiran E).

Maka nilai superelevasi yang kurang dari nilai maksimum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 9 superelevasi

Segmen	Lebar Jalan Aktual (m)	superelevasi aktual (m)	Superlevasi Minimum (m)	Superelevasi Yang harus diperbaiki (m)
C-D	6	1,04	1,01	-
E-F	7	0,95	1,01	0,06
G-H	7	1,05	1,01	-
K-L	6	0,67	1,01	0,34

Dari tabel diatas dapat dilihat pada segmen E-F dan segmen K-L memerlukan penambahan tinggi superelevasi, sedangkan pada segmen C-D dan segmen G-H sudah memenuhi tinggi superelevasi minimum.

**Produktivitas Alat Angkut Berdasarkan Teoritis**

Produksi berdasarkan analisa dengan menggunakan teoritis produksi Mitsubishi FE HDV adalah 209,45 LCM /jam,(lampiran H ).

**Perbandingan Produktivitas**

Optimalisasi geometri jalan dari fornt penggalian ke disposal untuk meningkatkan produktivitas, bertujuan melihat peningkatan produktivitas Mitsubishi FE HDV dengan geometri jalan produksi aktual dengan geometri jalan produksi teoritis. Produksi Mitsubishi FE HDV aktual dilapangan adalah sebesar 124,56 LCM/Jam dengan *cycle time* total sebesar 9,82 menit. Adapun disebabkan oleh geometri jalan produksi yang belum diperbaiki sehingga perlu dilakukan perbaikan jalan produksi. Setelah dilakukan analisa geometri jalan berdasarkan teoritis, produktivitas Misubishi FE HDV dapat ditingkatkan menjadi 209,45LCM/jam.

Adapun perbandingan antara produktivitas Mitsubishi FE HDV berdasarkan aktual dan teoritis. Dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.14 Perbandingan Produktivitas Aktual dan teoritis sesudah perbaikan

Produktivitas			
Cycle Time Alat Angkut		Produktivitas Mitsubishi FE HDV	
Aktual ( detik)	Teoritis ( detik)	Aktual ( LCM/jam)	Teoritis ( LCM/jam)
1415	841,5	124,56	209,45

**Produksi Alat Muat**

Berdasarkan perhitungan produksi alat muat hasil yang di peroleh sebesar 44,42 LCM/Jam,( lampiran L).

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh :

1. Rata - rata lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus 7 meter, pada segmen A-B sampai L-M perlu dilakukan pelebaran jalan

lurus, rata – rata lebar jalan angkut minimum pada tikungan 8 meter, pada segmen pada segemen C-D, E-F, H-I dan J-K, perlu dilakukan pelebaran jalan tikungan.

2. *Grade* jalan aktual pada penelitian terdapat beberapa segmen jalan yang melebihi *grade* jalan maksimum, dimana *grade* jalan maksimum yang sudah ditetapkan adalah 8%. Maka dari itu segmen E-F sampai dengan L-M dibutuhkan penurunan *grade* jalan yang melebihi *grade* jalan maksimum.
3. Secara umum angka superelevasi yang dianjurkan untuk mengatasi tikungan jalan dengan kecepatan maksimum 40 km/jam dengan lebar jalan tikungan 8 meter adalah 0,004 m. sehingga beda tinggi antara sisi luar tikungan yang harus dibuat yaitu 1,01 meter, pada segmen E-F dan K-L diperlukan penambahan tinggi superelevasi karena kurang dari nilai superelevasi maksimam
4. Produksi aktual dengan menggunakan Mitsubishi FE 74 HDV dengan rata –rata 124,56 LCM/Jam, cycle time 1415 dengan jarak 500 meter. Sedangkan produktivitas dengan menggunakan teoritis dapat mencapai 209,45LCM/Jam, sycle time 841,5 produktivitas tersebut meningkat.

**Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan membahas geometri jalan dengan parameter yang lain.
2. Perawatan geometri jalan harap dapat dilakukan secara berkala agar dapat meningkatkan efisiensi kerja dengan maksimal.
3. Untuk menghindari segala bahaya yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan peralatan, maka perlu dipasang rambu – rambu lalu lintas seperti batas maksimal kecepatan kendaraan dan juga dipersimpangan jalan.
4. Dalam penelitian berikutnya disarankan untuk menghitung tannah penutup yang dikupas dan juga ditambah apabila dilakukan penuruna *grade* jalan.

**DAFTAR PUSTAKA**

*American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design, 1990, Perencanaan Desain Jalan Angkut.*

Akhmad Ripandi, dkk, Kajian Teknis Geometri Jalan *Hauling* “Jurnal Geologi Petambangan”. Vol,1 Februari 2016.

Akwari Rudy, 2015 Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara menuju disposal B pada Penambangan Batubara di PT. Minemex Indonesia, Desa Talang Serdang, Kecamatan Mandiangan, Kabupaten Sarolangun.

Debataraja,T.M.S; 2012; Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi-Tidak Terdrainase dan Uji Tekan Bebas pada Tanah di Lokasi PDAM Tirtanadi Medan Marelan dan Prediksi Balik dengan Metode Elemen Hingga; Tesis Magister Teknik Sipil,Universitas Sumatera Utara

Indonesia Y, 2007, Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan FTM, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta.

Sukirman. Silvia, 1999, Dasar-dasar Perencanaan Geometri Jalan, Bandung.