

EVALUASI GEOMETRI JALAN ANGKUT TERHADAP PRODUKTIFITAS *OVERBURDEN* DI *PIT* MT 4 PENAMBANGAN AIR LAYA PT BUKIT ASAM (Persero), Tbk. TANJUNG ENIM PROPINSI SUMATERA SELATAN

Sepriadi ¹⁾, Kukuh Webisono ²⁾

¹ Program Studi Teknik Pertambangan Batubara Politeknik Akamigas Palembang

² Program Studi Teknik Pertambangan Batubara Politeknik Akamigas Palembang

ABSTRAK

PT Bukit Asam (Persero), Tbk. merupakan perusahaan yang bergerak di dalam kegiatan penambangan batubara. Lokasi penambangan *PT Bukit Asam (Persero), Tbk.* berada di Tanjung Enim Kecamatan Lawang Kidul Dimana kegiatan penambangan menggunakan *surface mining* (tambangterbuka) dengan menggunakan metode konvensional antara alat mekanis *HD Komatsu 785* dan *excavator backhoe PC1250* dan *PC 2000*. Data *cycle time* yang diambil sebelum perbaikan selama 1096 detik dan 1006 setelah perbaikan. Sehingga didapat Target produksi pada bulan Mei sebesar 800.000,00 BCM. Dari perhitungan yang dibuat produksi mencapai 742.894,363 BCM. Karena ketidakcapaian produksi ditimbulkan oleh geometri jalan angkut yang kurang ideal dan tidak memenuhi standar. Kondisi geometri lebar jalan yang diambil pada segmen yang kurang ideal adalah segmen A 18,5 m dan segmen B 19,4 m, setelah diperbaiki menjadi segmen A 24,1 m dan segmen B 24,1 m, lebar tikungan segmen I-J 28 m dan segmen L-M 29 m, rata rata *cross slope* 2,29°, dan tanggul keselamatan menjadi 2,1 m dari tinggi tanggul. Dari perbaikan yang sudah dilakukan, maka produksi akan mengalami peningkatan menjadi 774.696,799 BCM.

Kata Kunci :Produksi, Geometri Jalan, Cycle Time

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap operasi penambangan memerlukan jalan tambang sebagai sarana infrastruktur yang vital di dalam lokasi penambangan dan sekitar. Jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi-lokasi penting antara lain lokasi tambang dengan area *crushing plant*, pengolahan bahan galian, perkantoran, perumahan karyawan dan tempat-tempat lain di wilayah penambangan. Selain itu, kondisi jalan tambang yang baik akan mengoptimalkan hasil produksi, sesuai dengan rencana dan target produksi. Pada penelitian yang diambil mengenai jalan tambang merupakan salah satu masalah terjadi dengan melihat ketidaktercapaian produksi pada bulan Mei dari target produksi. Jadi, masalah yang ditimbulkan karena tidak tercapainya produksi pada bulan Mei 2017 disebabkan pada lebar jalan angkut di *front* kerja yang kurang ideal.

Dalam penambangan batubara kondisi jalan harus baik, terutama akses jalan antara lokasi penambangan dengan *disposal* MT 4, perhitungan geometri jalan harus

dipertimbangkan, karena alat-alat berat beroperasi secara massal dan kontinu setiap harinya. Kondisi jalan yang tidak baik akan menyebabkan kecelakaan kerja yang berdampak terhambatnya laju produksi.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan karena ketidaktercapaian produktifitas *overburden* di *Pit* MT 4 Penambangan Air Laya PT Bukit Asam (Persero), Tbk. yang disebabkan karena adanya pengaruh dari geometri jalan yang belum ideal.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi dan memfokuskan penelitian terhadap pengaruh kondisi jalan tambang di *Pit* MT 4 serta Penulis mengidentifikasi pengaruh lebar jalan angkut pada *front* penambangan terhadap produktivitas *overburden* dengan menggunakan *high dump* (HD).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui produktivitas alat angkut *high dump* (HD) dengan kondisi jalan saat ini dalam memenuhi target produksi di *Pit* MT 4.

2. Menganalisis pengaruh lebar jalan angkut pada *front* penambangan – *disposal* terhadap produksi alat angkut *high dump* (*HD* dalam pengangkutan *overburden* di Pit MT 4.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Dapat mengetahui produksi alat angkut *high dump* (*HD*) dari keadaan jalan tambang di Pit MT 4.
1. Dapat menganalisa pengaruh lebar jalan angkut dari *front* ke *disposal* di Pit MT 4.

2. TEORI DASAR

2.1. Lebar Jalan Pada Jalur Lurus

Penentuan lebar jalan angkut pada jalur lurus dan tikungan yang didasarkan pada *rule of thumb* yang dikemukakan oleh *the American Association of The State Highway and Transportation Officials (AASHTO) manual rural highway design* (1973).

Untuk menghitung lebar jalan angkut pada jalur lurus dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Ir. Yanto Indonesianto, M.Sc : 2013) :

$$L = n(Wt) + \{(n + 1) \times (1/2 \times Wt)\}$$

Dimana : L = lebar jalan angkut minimum (m)

n = jumlah jalur (buah)

Wt = lebar alat angkut (m)

2.2. Lebar Jalan Pada Lajur Tikungan

Penentuan lebar jalan pada tikungan didasarkan pada lebar lintasan alat angkut yaitu lebar tonjolan kendaraan bagian depan dan bagian belakang pada saat membelok. Lebar jalan angkut pada belokan selalu lebih besar dari pada lebar jalan lurus. Pada jalur ganda, maka lebar minimum pada belokan didasarkan atas: lebar jejak ban, lebar jantai (tonjolan), jarak antara alat angkut pada saat bersimpangan, dan jarak dari kedua tepi jalan.

Untuk menghitung lebar jalan angkut pada belokan dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Ir. Yanto indonesianto, M.Sc : 2013) :

$$W = 2(U + FA + FB + Z) + C$$

$$Z = \frac{U + FA + FB}{2}$$

Dimana : W = lebar jalan angkut pada belokan (m)

U = lebar jejak roda (*center to center tires*) (m)

Fa = lebar jantai (*overhang*) depan (m)

Fb = lebar jantai belakang (m)

Z = lebar bagian tepi jalan (m)

C = jarak antara kendaraan (*total lateral clearance*) (m)

2.3. Jari – jari Tikungan dan Superelevasi

Besarnya jari-jari belokan minimum pada jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{v^2}{127.(e+f)}$$

Dimana : e = superelevasi, (mm/m)

f = *friction factor*

V = kecepatan rencana kendaraan (km/jam)

R = jari-jari belokan (m)

Kecepatan rencana yang biasa digunakan di daerah tikungan adalah 35 km/jam sedangkan superelevasi maksimum untuk kecepatan lebih besar dari 30 km/jam adalah 10% (Sukirman, S.1994). sedangkan nilai f ditentukan berdasarkan kecepatan rencana, yaitu :

Untuk kecepatan rencana < 80 km/jam, maka :

$$f = (-0,00065 V) + 0,192$$

Untuk kecepatan rencana antara 80 – 112 km/jam, maka :

$$f = (-0,00125 V) + 0,24$$

Untuk menentukan superelevasi, yaitu dengan menggunakan rumus (Sukirman, S.1994) yaitu :

$$(e_{maks} + f_{maks}) = \frac{v^2}{127.R_{min}}$$

Dimana : e_{maks} = superelevasi maksimum pada tikungan jalan (mm/m)

f_{maks} = koefisien gesekan samping maksimu

V = kecepatan rencana (km/jam)

R_{min} = radius lengkung minimum tikungan (m)

2.4 Kemiringan jalan

Kemiringan jalan angkut dapat berupa jalan menanjak maupun menurun yang disebabkan perbedaan ketinggian pada jalur jalan. Untuk mengetahui kemiringan jalan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Partanto Prodjosumarto, 1993) :

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

Dimana : Δh = beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

2.5. Cross Slope

Cross slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Menurut Sukirman, Silvia *cross slope* ideal pada jalan lajur lurus sebesar 20-40 mm/m.

2.6 Tanggul Keselamatan Jalan Angkut Tambang

Ketinggian minimal tanggul keselamatan di jalan tambang, yaitu sebesar $\frac{1}{2}$ dari ketinggian ban alat angkut terbesar yang dipakai di lokasi penambangan. pada standar dari perusahaan sebesar $\frac{3}{4}$ ban alat terbesar.

2.7. Rolling Resistance

Rolling resistance merupakan tahanan gelinding/gulir yang terdapat pada roda yang sedang bergerak akibat adanya gaya gesek antara roda dengan permukaan tanah yang arahnya selalu berlawanan.

2.8. Arah Tanah Gulir

Basarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah yang dilewati (kekerasan dan kehalusan), tipe roda, dan berat dari kendaraan tersebut. Secara teoritis nilai dari tahanan gelinding dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$RR = W \cdot r$$

Dimana : W = berat kendaraan (lb)

R = koefisien tahanan gelinding

2.9 Grade Resistance

Grade resistance adalah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilewati oleh kendaraan tersebut. Pengaruh

kemiringan terhadap harga GR adalah naik untuk kemiringan positif (akan memperbesar rimpul) dan turun untuk kemiringan negatif (akan memperkecil rimpul).

2.10 Swell Factor

Swell factor adalah faktor pengembangan material yang merupakan perbandingan antara volume material dalam keadaan insitu (belum digali = BCM) dan volume material dalam keadaan *loose* (telah digali = LCM). Besarnya *swell factor* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Swell Factor} = \frac{V_{insitu}}{V_{loose}} \times 100\%$$

Dimana : *Swell Factor* = faktor pengembangan (%)

V_{insitu} = volume dalam keadaan *insitu* (m³)

V_{loose} = volume dalam keadaan *loose* (m³)

2.11. Produksi Alat Muat

Untuk menghitung produksi *excavator* dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Q = \frac{(KB \times Ff \times SF) \times 3600 \times eff}{CT}$$

$$eff = fek \times fke \times feo$$

Dimana : Q = produksi alat gali-muat (ton/jam)

KB = kapasitas *bucket* (m³)

CT = *cycle time* (menit)

eff = faktor koreksi

Ff = *fill factor*

SF = *swell factor*

fek = faktor efisiensi kerja

fke = faktor koreksi efisiensi waktu

feo = faktor efisiensi operator

2.12 Produksi Alat Angkut

Untuk menghitung produksi alat angkut HD *Komatsu 785* dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Q = \frac{(KB \times n \times Ff \times SF) \times 3600 \times eff}{CT}$$

$$eff = fek \times fke \times feo$$

Dimana : Q = produksi alat (BCM/jam)

KB = produksi *backhoe/cycle* (LCM/jam)

n = banyak pengisian

CT = *cycle time* (menit)

eff = faktor koreksi

SF = *swell factor*

F_f = fill factor
 f_{ek} = faktor efisiensi kerja
 f_{ke} = faktor koreksi efisiensi waktu
 f_{eo} = faktor efisiensi operator

2.13 Rimpull/Tractive Pull/Tractive Effort/Drawbar Pull

Merupakan besarnya kekuatan tarik (*pulling force*) yang dapat diberikan oleh mesin suatu alat kepada permukaan jalur jalan atau ban penggerakannya yang menyentuh permukaan jalur jalan. *Rimpull* biasanya dinyatakan dalam pounds (lbs) dan dihitung dengan rumus :

$$RP = \frac{HP \times 375 \times \text{efisiensi mesin}}{\text{kecepatan}}$$

Dimana : RP = *rimpull* atau kekuatan tarik (lb)

HP = tenaga mesin (HP)
 375 = angka konversi

2.14 Menghitung Jarak , Waktu dan Kecepatan

Untuk menghitung besarnya kecepatan menggunakan persamaan berikut :

$$v = \frac{s}{t}$$

Dimana : s = jarak yang ditempuh (m)
 v = kecepatan (m/detik)
 t = waktu tempuh (detik)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan pada adalah penelitian kuantitatif dengan proses penelitiannya langsung melakukan observasi ke lapangan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 26 April 2017 s.d. 25 Juni 2017 dipenambangan Air Laya *pit* MT 4 di PT Bukit Asam (Persero), Tbk..

3.3 Metode Penelitian

Masalah-masalah yang dibahas pada penelitian ini, dapat menggunakan beberapa metode penyelesaiannya sebagai berikut :

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari informasi serta teori yang

berhubungan dengan kondisi jalan angkut berdasarkan referensi dari *handbook*, dan dari sumber referensi lainnya.

2. Observasi

Penelitian ini dilakukan secara langsung dengan mengamati lokasi di Penambangan Air Laya *Pit* MT 4 di PT Bukit Asam (Persero), Tbk. antara lain :

- Pengamatan terhadap daerah Penambangan Air Laya di *pit* MT 4, menentukan daerah lokasi pengambilan data.
- Pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap faktor teknis di lapangan seperti dimensi geometri jalan.

3. Pengambilan data

Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan, yaitu

- Data sekunder, antara lain : sejarah perusahaan, produksi aktual bulan Mei 2017, lapisan batubara, dan kualitas batubara.
- Data primer, antara lain : lebar jalan angkut lurus *overburden* HD komatsu 785-7, lebar jalan angkut tikungan *overburden* HD komatsu 785-7, kemiringan jalan angkut (*grade overburden* HD komatsu 785-7, kemiringan melintang (*cross slope overburden* HD komatsu 785-7, superelevasi jalan angkut *OB* HD komatsu 785-7, dan tanggul keselamatan (*safety berm*) jalan angkut *overburden* HD komatsu 785-7.

4. Pengumpulan data

Data yang akan diambil dan dikumpulkan kemudian di klasifikasikan berdasarkan jenis data kemudian dilakukan perhitungan secara teoritis sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian.

5. Pengolahan data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode statistik untuk menghitung produksi produksi pada penelitian dan

menggunakan teori-teori yang dikemukakan oleh para ahli tambang. Pengambilan kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil pengolahan data dengan membandingkan opsi-opsi yang sudah diambil dan dianalisa dan selanjutnya memberikan rekomendasi yang mendasar pada perusahaan terkait.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Lebar Jalan Angkut Lajur Lurus Aktual

Lebar jalan angkut pada *Pit* MT 4 di penambangan akan mengalami perubahan yang tidak terlalu signifikan karena pada lebar jalan angkut yang digunakan di penambangan *Pit* MT 4 selalu diambil untuk membuka lapisan batubara.

Tabel .4.1. Geometri Jalan Angkut Aktual

No.	Segmen	Lebar Jalan awal (m)	Keterangan
1	A-B	18,5	Tidak Ideal
2	B-C	19,4	Tidak Ideal
3	C-D	25,4	Ideal
4	D-E	26,5	Ideal
5	E-F	25,3	Ideal
6	F-G	24,5	Ideal
7	G-H	26,7	Ideal
8	H-I	28,8	Ideal
9	K-L	28,5	Ideal
10	N-O	28,6	Ideal
11	O-P	29,4	Ideal
12	P-Q	29,5	Ideal
13	Q-R	28,4	Ideal
14	R-S	29,5	Ideal
15	S-T	29,3	Ideal

4.2 Lebar Jalan Angkut Lajur Tikungan Aktual

Lebar jalan angkut *overburden* di setiap segmen pada lajur tikungan di *Pit* MT 4 dapat berubah rubah karena pada setiap tikungan yang digunakan pada lajur tikungan untuk mencapai *fleet* yang digunakan, maka pada

hasil yang digunakan pada lajur tikungan yang sering dilalui di *Pit* MT 4.

Tabel 4.2. Lebar Jalan Angkut Lajur Tikungan Aktual

Jalan Tikungan			
No.	Segmen	Lebar Tikungan awal (m)	Keterangan
1	I-J-K	28	Tidak Ideal
2	L-M-N	29	Tidak Ideal

4.3 Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan tiap segmen di penambangan air laya ada yang memiliki kemiringan yang melewati standar maksimal sebesar 8%.

Tabel 4.3. Kemiringan Jalan Angkut Aktual

No.	Segmen Jalan	Beda Elevasi (m)	Jarak Yang Sebenarnya (m)	Elevasi Titik Awal (m)	Elevasi Titik Akhir (m)	Grade (%)	Keterangan
1	A-B	0,8	77,4	32	32,8	1,13	Ideal
2	B-C	2,6	75,7	32,8	30,2	3,46	Ideal
3	C-D	0,2	73,8	30,2	30	0,34	Ideal
4	D-E	2,7	75,1	30	32,7	3,62	Ideal
5	E-F	5,2	76,8	32,7	37,9	6,84	Ideal
6	F-G	0,6	74,9	37,9	38,5	0,76	Ideal
7	G-H	2,9	74,7	38,5	41,4	3,85	Ideal
8	H-I	2,2	75,8	41,4	43,6	2,91	Ideal
9	I-J	0,6	76,6	43,6	43	0,81	Ideal
10	J-K	0	85,6	43	43	0	Ideal
11	K-L	5,6	81,8	43	48,6	6,90	Ideal
12	L-M	3,4	55,2	48,6	52	5,37	Ideal
13	M-N	0	47,1	52	52	0	Ideal
14	N-O	2,5	71,5	52	49,5	3,42	Ideal
15	O-P	7,3	76,5	49,5	42,2	9,53	Tidak Ideal
16	P-Q	7	74,8	42,2	35,2	9,50	Tidak Ideal
17	Q-R	4,9	73,8	35,2	30,3	6,55	Ideal
18	R-S	4,8	74,2	30,3	25,5	6,45	Ideal
19	S-T	4,7	74,2	25,5	20,8	6,41	Ideal
20	T-U	5,6	72,5	20,8	15,2	7,70	Ideal
21	U-V	6,1	70,45	15,2	9,1	8,7	Tidak Ideal

4.4 Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Pada jalan angkut rata-rata yang diamati oleh pengamat di lapangan sebesar 54 cm/m artinya data tersebut sudah memenuhi standar yang ada, yaitu sebesar 20-40 mm/m. pada

kemiringan melintang di *Pit* MT 4 penambangan Air Laya tidak melakukan perbaikan karena sudah memenuhi standar untuk mengalirkan air dari jalan angkut HD *Komatsu* 785.

4.5 Lebar Jalan Angkut Lurus Setelah Perbaikan

Lebar jalan angkut yang ada pada *Pit* MT 4 dengan alat angkut berupa HD *Komatsu* 785 yang mempunyai lebar sebesar 6885 mm, maka diperoleh 2 (dua) lajur jalan lurus minimal adalah sebesar 24,1 meter. Sedangkan pada pada pengamatan lapangan ditemukan lebar jalan angkut yang kurang dari 24,1 meter.

Tabel 4.4. Lebar Jalan Angkut Lurus Setelah Perbaikan

Lajur Jalan Lurus				
No.	Segmen	Lebar Jalan Awal (m)	Lebar Jalan Akhir (m)	Keterangan
1	A	18,5	24,1	Ideal
2	B	19,4	24,1	Ideal
3	C	25,4	-	Ideal
4	D	26,5	-	Ideal
5	E	25,3	-	Ideal
6	F	24,5	-	Ideal
7	G	26,7	-	Ideal
8	I	28,8	-	Ideal
9	J	29,9	-	Ideal
10	K	30,4	-	Ideal
11	L	28,5	-	Ideal
12	N	27,6	-	Ideal
13	M	28,7	-	Ideal
14	O	28,6	-	Ideal
15	P	29,4	-	Ideal
16	Q	29,5	-	Ideal
17	R	28,4	-	Ideal
18	T	29,5	-	Ideal
19	U	29,3	-	Ideal

4.6 Kemiringan Jalan Setelah Dilakukan Perbaikan

Dari segmen yang akan ditimbun, yaitu segmen O-P, P-Q, Q-R, R-S, S-T, T-U dan U-V. Perbaikan elevasi dengan menimbun segmen tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5. Pada kemiringan jalan setelah dilakukan perbaikan jalan dengan cara menimbun segmen O-P, P-Q, Q-R, R-S, S-T, T-U, U-V dan V-W didapat hasil luas area dan volume yang akan ditimbun terlihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Luas Area dan Volume yang Akan Ditimbun

Segmen	Luas Area (m ²)	Volume (m ³)
O-P	1835,94	4884,86
P-Q	1802,44	9643,05
Q-R	1785,33	6743,95
R-S	1788,22	4461,51
S-T	1787,98	5175,36
T-U	1746,29	5661,33
U-V	1700,74	5751,37
V-W	1063,29	1749,66
Total	13510,23	44071,09

Tabel 4.6. Kemiringan Jalan Setelah Dilakukan Perbaikan

Segmen Jalan	Beda Elevasi (m)	Jarak Yang Sebenarnya (m)	Elevasi Awal (m)	Elevasi Akhir (m)	Grade awal (%)	Elevasi akhir perbaikan (m)	Grade perbaikan (%)
A-B	0,8	77,4	32	32,8	1,13	32	1,13
B-C	2,8	75,7	32,8	30,2	3,46	32,8	3,46
C-D	0,2	73,8	30,2	30	0,34	30,2	0,34
D-E	2,7	75,1	30	32,7	3,62	30	3,62
E-F	5,2	76,8	32,7	37,9	6,84	32,7	6,84
F-G	0,6	74,9	37,9	38,5	0,76	37,9	0,76
G-H	2,9	74,7	38,5	41,4	3,85	38,5	3,85
H-I	2,2	75,8	41,4	43,6	2,91	41,4	2,91
I-J	0,6	76,6	43,6	43	0,81	43,6	0,81
J-K	0	85,6	43	43	0	43	0
K-L	5,6	81,8	43	48,6	6,9	43	6,9
L-M	3,4	55,2	48,6	52	6,1	48,6	6,1
M-N	0	47,1	52	52	0	52	0
N-O	2,5	71,5	52	49,5	-3,42	49,5	-3,5
O-P	7,3	76,5	49,5	42,2	-9,53	44,2	-6,9
P-Q	7	74,8	42,2	35,2	-9,5	38,8	-7,2
Q-R	4,9	73,8	35,2	30,3	-6,55	33	-7,9
R-S	4,8	74,2	30,3	25,5	-6,45	27,5	-7,4
S-T	4,7	74,2	25,5	20,8	-6,41	22,5	-6,7
T-U	5,6	72,5	20,8	15,2	-7,7	17,3	-7,2
U-V	6,1	70,45	15,2	9,1	-8,7	11,9	-7,7
V-W	3,3	44,12	-	-	-	-	7,5

4.7 Tanggul Keselamatan Setelah Perbaikan

Berdasarkan peraturan yang ada, ketinggian tanggul keselamatan yang dibuat pada penambangan air laya *Pit* MT 4 $\frac{3}{4}$ dari ketinggian roda yang paling tinggi roda HD Komatsu 785 yang memiliki tinggi 2,894 m, sehingga ketinggian dari tanggul keselamatan yang harus dipenuhi oleh perusahaan sebesar 2,1705 m.

Tabel 4.7. Tanggul Keselamatan Setelah Perbaikan

No.	Segmen Jalan	Tanggul Keselamatan Awal (m)	Tanggul Keselamatan Akhir (m)	Keterangan
1	A	1,4	2,1	Ideal
2	B	1,4	2,1	Ideal
3	C	1,2	2,1	Ideal
4	D	1,3	2,1	Ideal
5	E	1,4	2,1	Ideal
6	F	1,5	2,1	Ideal
7	G	1,5	2,1	Ideal
8	H	1,6	2,1	Ideal
9	I	1,6	2,1	Ideal
10	J	1,7	2,1	Ideal
11	K	1,8	2,1	Ideal
12	L	1,5	2,1	Ideal
13	M	1,5	2,1	Ideal
14	N	1,5	2,1	Ideal
15	O	1,4	2,1	Ideal
16	P	1,6	2,1	Ideal
17	Q	1,7	2,1	Ideal
18	R	1,5	2,1	Ideal
19	S	1,5	2,1	Ideal
20	T	1,6	2,1	Ideal
21	U	1,6	2,1	Ideal

4.8 Produksi Pada Alat Gali-Muat Excavator Backhoe

Dari efisiensi alat gali-muat *excavator backhoe* ini didapat perhitungan secara aktual pada *excavator backhoe* PC 2000 sebesar 537,31 BCM/jam yang memiliki waktu edar (*cycle time*) sebesar 34,17 detik dan pada *excavator backhoe* PC 1250 sebesar 366,89 BCM/jam dengan waktu edar (*cycle time*) sebesar 27,49 detik.

Tabel 4.8. Realisasi Produksi pada Alat Gali-Muat Excavator Backhoe

Jenis Excavator Backhoe	Produksi (BCM/jam)	Jumlah Unit	Jam Jalan Relatife	Produksi (BCM/bulan)
Excavator Backhoe PC1250	366,89	3	453,543	499.201,1738
Excavator Backhoe PC2000	537,31	1	453,543	243.693,1893
Total	904,2			742.894,3631

4.9. Produksi Sebelum Pada Alat Angkut HD Komatsu 785

Produksi sebelum dilakukan perbaikan untuk HD Komatsu 785 terlihat seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.9. Realisasi Produksi Sebelum Perbaikan Pada HD Komatsu 785 di Bulan Mei 2017

Jenis HD	Produksi (BCM/jam)	Jumlah Unit	Jam Jalan Relatife	Produksi BCM/bulan
HD Komatsu 785 yang diisi oleh PC 1250	84,56	13	453,543	498.570,749
HD Komatsu 785 yang diisi oleh PC 2000	100,51	5	453,543	227.928,035
Total	185,07	18		726.498,784

Dengan jumlah alat angkut HD *Komatsu* 785 yang digunakan sebanyak 18 unit (pengamatan lapangan) HD *Komatsu* 785 dan memiliki waktu edar 18 menit, besar produksi *overburden* yang bisa diangkut sebesar 84,56 BCM/jam dan 100,51 BCM/jam.

4.10 Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Optimalisasi Produksi

Semakin besar waktu edar yang dibutuhkan alat angkut, maka akan semakin kecil produksi alat angkut tersebut. Alat angkut yang digunakan di *Pit* MT 4 adalah alat angkut HD *Komatsu* 785 yang memiliki kapasitas 72 ton membutuhkan waktu 18 menit atau 1096 detik. Pengamatan waktu edar alat angkut HD *Komatsu* 785 didapatkan hasil pengamatan waktu pengisian (*loading*) oleh alat gali-muat *excavator backhoe* PC 2000 sebanyak 6 kali pengisian dan pada *excavator backhoe* PC 1250 sebanyak 9 kali pengisian.

4.11 Produksi Alat Angkut Setelah Evaluasi Geometri Jalan

Produksi sebelum dilakukan perbaikan untuk HD *Komatsu* 785 terlihat seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.10. Produksi Realisasi *Overburden* Bulan Mei 2017 Setelah Evaluasi Geometri Jalan

Jenis HD	Produksi (BCM/jam)	Jumlah Unit	Jam Jalan Relatife	Produksi BCM/bulan
HD <i>Komatsu</i> 785 yang di isi oleh PC 1250	91,20	13	453,543	537.720,581
HD <i>Komatsu</i> 785 yang di isi oleh PC 2000	104,50	5	453,543	236.976,218

Jenis HD	Produksi (BCM/jam)	Jumlah Unit	Jam Jalan Relatife	Produksi BCM/bulan
Total	195,70	18		774.696,799

Setelah dilakukan evaluasi atau perbaikan geometri jalan maka didapat waktu edar 1006 detik atau 16 menit, besarnya produksi *overburden* yang bisa diangkut sebesar 91,20 BCM/jam dan 104,50 BCM/jam, sedangkan untuk produksi alat angkut HD *Komatsu* 785 selama bulan Mei 2017, dapat di kalikan dengan jumlah jam kerja efektif sebesar 453,543 jam dan jumlah alat angkut yang digunakan selama satu bulan 18 unit, sehingga didapat total produksi selama satu bulan sebesar 774.696,799 BCM/bulan. Realisasi jalan angkut setelah evaluasi di bulan Mei 2017 dapat dilihat pada tabel 4.10.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan tersebut, maka kesimpulan dari penelitian ini, yaitu :

1. Produktifitas alat angkut HD *komatsu* 785 selama bulan Mei 2017 dengan waktu edar (*cycle time*) sebesar 18 menit sebesar 84,56 bcm/jam dengan jumlah alat angkut HD *komatsu* 785 sebanyak 18 (pengamatan Lapangan) dan jumlah jam kerja efektif 444,37 jam selama bulan Mei 2017, maka total produksi HD *komatsu* 785 sebesar 726.498,784 BCM/bulan pada perhitungan sebelum evaluasi dari target produksi sebesar 800.000,00 BCM. Setelah dilakukan perbaikan geometri jalan angkut, waktu edar (*cycle time*) yang didapat menjadi berkurang sebesar 1.006 detik atau 16 menit dari 1.096 detik atau 18 menit. Sehingga didapat produktifitas alat angkut HD *komatsu* 785 sebesar 774.696,799 BCM/bulan.

2. Kondisi geometri jalan angkut HD Komatsu 785 pada Pit MT 4 di bulan Mei 2017. Terdapat 2 segmen jalan lurus yang lebarnya tidak ideal, yaitu segmen A 18,5 m dan segmen B 19,4 m dari lebar ideal 24,1 m, serta pada jalan yang tidak ideal itu membuat alat angkut HD Komatsu 785 mengalami antrian. Antrian ini akan menyebabkan adanya waktu tunggu (*delay*), sehingga waktu edar (*cycle time*) alat angkut HD komatsu 785 juga akan bertambah pada lebar jalan angkut lajur lurus diperlukan volume untuk menimbun jalan yang kurang ideal pada segmen A dan B sebesar 1314.9382 m³ dan memiliki luas area 826.459 m². Tanggul keselamatan yang ada di Pit MT 4 tiap segmen tidak ada yang mendekati standar ideal dari perusahaan, yaitu $\frac{3}{4}$ tinggi ban alat terbesar yang melewati jalan tersebut sebesar 2,1 m.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini, yaitu :

1. Untuk memperbaiki waktu edar alat angkut HD komatsu 785, segmen A dan B harus diperbaiki dengan menggunakan standar AASHTO yang sudah dihitung sebelumnya, yaitu sebesar 24,1 m. sehingga produksi yang akan tercapai sebesar 759.028,39 BCM/bulan.
2. Pada setiap segmen harus memperbaiki tanggul keselamatan menjadi standar perusahaan sebesar $\frac{3}{4}$ ban alat terbesar di lapangan, yaitu 2,1705 m agar dapat mencegah alat keluar dari jalur dan masuk ke jurang pada penambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association Of State Highway And Transportation Official. 1990. *A Policy On Geometric Design Of Highway And Street*. Washington, D.C.
- Indonesianto, Yanto. 2013. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta : UPN "Veteran".
- Komatsu. 2009. *Specification and application handbook*. 30 edision, Komatsu Ltd..

KEPMEN555.K/MPE/1995 *Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pertambangan Umum*.

Projosumarto, Partanto. 2000. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.

Rusdi Muis, Amda. 2007. *Penentuan Faktor Efisiensi Kerja Operator Alat Berat Wheel Loader*. Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Andalas, 2007, ISSN: 0854-847.

Sukirman, Silvia. 1994. *Dasar-dasar Perencanaan Geometri Jalan*. Bandung: NOVA.