EVALUASI JALAN TAMBANG UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT PADA AKTIVITAS PEMINDAHAN *OVERBURDEN*

Tommy Youberth Lambung[1]*, Uyu Saismana[2], Romla Noor Hakim[2], M. Fakhturozi[3]
[1] Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
[2]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
[3] Mining Hauling Road Department, PT Pamapersada Nusantara
e-mail : *tomyuberth733@gmail.com

ABSTRAK

Pada kegiatan pemindahan material *overburden*, jalan tambang merupakan parameter penting untuk menunjang kinerja alat angkut. Proses pemindahan material *overburden* pada Pit Tutupan *Highwall* menggunakan alat angkut Komatsu HD 1500-7 dan Komatsu HD 785-7 dengan jarak angkut yang bervariasi 2925 meter dan 3511 meter. Setelah melakukan kegiatan pemindahan *overburden* diperoleh bahwa *travel speed* alat angkut tidak tercapai pada jalan angkut tambang sehingga berpengaruh pada ketidaktercapaian produktivitas alat angkut dikarenakan geometri jalan sebagian segmen belum ideal, maka perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui keefektifan jalan angkut yang dilalui alat angkut Komatsu HD 1500-7 dan Komatsu HD 785-7 dalam mencapai target produktivitas dari alat angkut pada Pit Tutupan *Highwall*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisis geometri jalan aktual di lapangan, seperti kondisi *loading point*, kondisi *disposal* dan kondisi jalan angkut serta faktor-faktor produktivitas seperti *cycle time*, efisiensi kerja, kecepatan alat angkut, *grade resistance*, dan *rolling resistance*.

Berdasarkan data aktual selama penelitian didapatkan data produktivitas alat angkut Komatsu HD 1500-7 sebesar 112,43 BCM/Jam dengan target produktivitasnya 120 BCM/Jam untuk perunit dan tingkat ketercapaiannya 93,69%. Sedangkan data produktivitas alat angkut Komatsu HD 785-7 sebesar 78,84 BCM/Jam dengan target produktivitasnya 90 BCM/Jam untuk perunit dan tingkat ketercapaiannya 87,60%. Berdasarkan data aktual produktivitas alat angkut Komatsu HD 1500-7 dan produktivitas alat angkut Komatsu HD 785-7 belum tercapai sehingga perlu dilakukan evaluasi agar target tercapai. Melalui simulasi perbaikan geometri jalan dan penambahan kecepatan alat angkut maka produktivitas Komatsu HD 1500-7 sebesar 169,01 BCM/Jam ketercapaian sebesar 140,84% sedangkan untuk produktivitas alat angkut Komatsu HD 785-7 sebesar 118,05 BCM/Jam ketercapaian sebesar 131,17%.

Kata-kata kunci: Geometri jalan, *Travel speed*, *Cycle time*, Produktivitas alat angkut

PENDAHULUAN

Jalan angkut yang baik tentunya dapat mendukung kinerja alat angkut yang melaluinya. Jika geometri jalannya sudah sesuai dengan persyaratan dan lebar jalan pada jalan lurus dan tikungan sudah sesuai dimensi alat angkut yang digunakan, hal ini tentu dapat memberikan kontribusi yang besar untuk waktu tempuh dan kecepatan alat angkut yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas dari alat angkut itu sendiri.

Namun sering dijumpai jalan angkut dari *front* penambangan menuju *disposal area* berdasarkan data dari Dep. Engineering MHR PT. Pamapersada Nusantara ada beberapa segmen jalan yang *travel speed* di jalan tersebut rendah yaitu Jalan Camry dan jalan Mazda yang terletak di Pit Tutupan *Highwall* sehingga mengakibatkan produktivitas alat angkut tidak tercapai oleh karena itu perlu adanya evaluasi mengenai jalan tersebut.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang ada di atas, penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat mempelajari sekaligus menganalisa mengenai geometri jalan angkut berdasarkan spesifikasi alat angkut terbesar yang melewatinya. Selanjutnya hasil dari analisa tersebut akan digunakan untuk menentukan upaya perbaikan geometri jalan dan peningkatan produktivitas alat angkut.

Permasalahan yang ingin diteliti adalah tidak tercapainya *travel speed* pada jalan tambang dikarenakan geometri jalan tambang belum ideal sehingga produktivitas tidak alat angkut tidak tercapai. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi penyelesaian masalah geometri jalan ideal di Pit Tutupan *Highwall* PT Pamapersada Nusantara dalam meningkatkan angka produktivitas alat angkut pada aktivitas pemindahan *overburden*.

METODOLOGI

Tahap Pengumpulan Data

Tahap *pengumpulan* data ini dimana data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan (data primer) dan literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada (data sekunder). Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan, yaitu :

a. Data Primer

- *Cycle Time* alat angkut
  Cycle time ini di amati selama 1 shift kerja. Data ini diambil ketika berada di dalam alat angkut dalam kondisi alat tengah melakukan kegiatan produksi.
- Kondisi Geometri jalan angkut (Jari-jari tikungan, lebar jalan, *superelevasi, cross slope,* kemiringan jalan*/grade)*
  Pengambilan data ini diambil pada jalan angkut *overburden* dari *front* menuju ke *disposal* yang dilalui oleh alat angkut dan data ini diambil per segmen dan per *fleet*
- Kecepatan aktual alat angkut
  Pengambilan data ini diambil pada saat tengah berada di dalam alat angkut dengan cara mengamati kecepatan rata-rata pada spidometer alat angkut dan data kecepatan alat angkut ini akan diambil per segmen jalan.
- Profil jalan

Data ini berguna untuk mengetahui jalan mana yang akan diteliti dan akan dilakukan pengukuran mengenai geometri jalan beserta *grade*nya.

b. Data Sekunder
   - Gambaran umum daerah penelitian
   - Keadaan umum Perusahaan
   - Curah hujan
   - Produksi *overburden* per *fleet*
   - Spesifikasi alat angkut

Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data ini yaitu pengolahan data setelah pengumpulan data. Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya untuk lebih memudahkan dalam penganalisaan, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan penyelesaian.

a. Pengolahan data ini mengenai perhitungan geometri jalan ideal berdasarkan spesifikasi alat angkut. Disini akan dibahas tentang data primer geometri jalan angkut yang telah diukur yang selanjutnya akan dihitung dan berdasarkan spesifikasi alat angkut maka akhirnya akan didapat geometri jalan idealnya yang berguna untuk melakukan peningkatan produktivitas terhadap kondisi kerja alat angkut yang beroperasi.
b. Pengolahan data selanjutnya mengenai perhitungan produktivitas alat angkut yang didapat dari data primer yaitu dari data *cycle time* yang diamati secara aktual di lapangan.
c. Pengolahan data selanjutnya adalah perhitungan efisiensi alat angkut dari data *cycle time* alat angkut yang telah didapat.
d. Selanjutnya yaitu perhitungan kecepatan terencana dan produktivitas alat angkut berdasarkan spesifikasi alat angkut. Perhitungan ini di olah dari data primer yaitu setelah mendapatkan data kecepatan aktual dari alat angkut secara aktual di lapangan maka dapat dilakukan perhitungan mengenai kecepatan terencana alat angkut. Data mengenai produktivitas dan spesifikasi alat angkut akan berubah pula sesuai kecepatan yang akan direncanakan yang kemudian diolah secara sistematis sebagai acuan untuk penelitian perbaikan produktivitas alat angkut.
e. Kemudian perhitungan *total resistance* yang membahas tentang data *rolling resistance* dan *grade resistance* pada jalan angkut 1 (Jalan Camry-Avanza-Xenia) dan jalan angkut 2 (Jalan Mazda-BMW-Altis).

Analisa Data dan Pembahasan

Analisis dilakukan terhadap hasil pengolahan data kemudian analisa pembahasan dilakukan dengan cara mengkorelasikan hasil pengolahan data dengan masalah yang diteliti.

a. Analisis perbaikan geometri jalan ideal
   Analisis ini dilakukan setelah didapatkan perhitungan geometri jalan ideal sesuai alat angkut yang melintasi jalan yang telah diteliti dengan berpatokan spesifikasi standar alat angkut itu sendiri terhadap geometri alan tersebut.
b. Analisis produktivitas alat angkut
   Analisis ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mengakibatkan produktivitas alat angkut tidak tercapai.
c. Analisis peningkatan produktivitas alat angkut
   Analisis ini dilakukan setelah melakukan perhitungan mengenai geometri jalan angkut secara aktual dilapangan berdasarkan pengukuran data yang dilakukan di *fleet* berbeda sehingga di dapat geometri jalan angkut yang sesuai yang berguna untuk acuan untuk peningkatan produktivitas alat angkut. Kemudian simulasi berdasarkan perhitungan *total resistance* yang berguna untuk meningkatkan kecepatan alat angkut sehingga waktu tempuh dapat berkurang dan produktivitas alat angkut dapat tercapai sesuai target perusahaan.

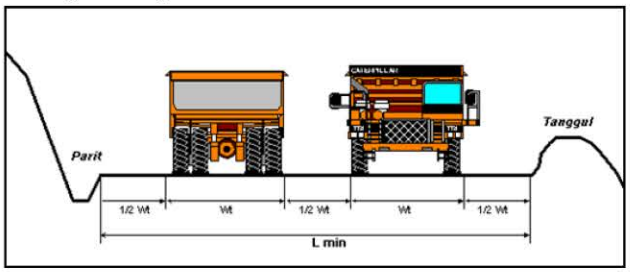
   Apabila hasil analisa ini tercapai yaitu sesuai dengan target produktivitas terhadap data *plan* perusahaan maka langkah selanjutnya akan dilakukan pemberian kesimpulan dan rekomendasi terhadap perusahaan. Namun apabila tidak tercapai maka peneliti akan membahas tentang pengolahan data mengenai perhitungan geometri jalan ideal berdasarkan spesifikasi alat angkut dan perhitungan kecepatan terencana. Dengan membandingkan parameter apa saja yang berpengaruh dan melakukan simulasi ulang sehingga dapat dilakukan perbaikan demi tercapainya target produktivitas terhadap data *plan* perusahaan.

Geometri Jalan Angkut

Pada kegiatan penambangan terutama dalam pemilihan alat, ada beberapa geometri yang diperhatikan dan dipenuhi terhadap jalan angkut supaya tidak menimbulkan gangguan atau hambatan yang dapat mempengaruhi keberhasilan operasi pengangkutan. Hal ini berkaitan dengan target produksi yang direncanakan, karena fungsi utama jalan angkut dalam kegiatan penambangan adalah untuk menunjang kelancaran operasi dalam kegiatan pengangkutan.

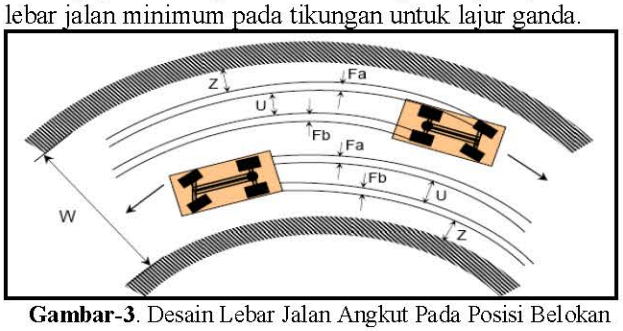
1. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan lurus minimum dengan lajur ganda atau lebih, menurut *AASHTO Manual Rural High Way Design*, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut terbesar pada bagian tepi kiri dan kanan jalan. Seandainya lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan masing-masing adalah Wt dan n.



Gambar-2. Lebar Jalan Angkut Posisi Lurus Untuk Dua Jalur

Pada prinsipnya lebar jalan pada tikungan akan lebih besar daripada jalan lurus. Kondisi seperti ini dipengaruhi oleh ruang gerak kendaraan yang melebar akibat jejak ban depan dan belakang. Adapun penentuan lebar jalan minimum pada tikungan untuk lajur ganda.



Gambar-3. Desain Lebar Jalan Angkut Pada Posisi Belokan

2. Superelevasi

Superelevasi merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian.

3. *Cross Slope*

Cross slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Nilai *cross slope* jalan angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$cross\ slope = \frac{b}{a}\ \text{mm/m} \qquad (1)$$

4. *Grade* Jalan Angkut

Kemiringan atau *grade* jalan angkut akan mempengaruhi kecepatan dan arah aliran air di jalan angkut agar air mengalir ke tempat penampungan air yang tepat. Kemiringan jalan angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Grade(\alpha\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} x100\% \qquad (2)$$

Produktivitas Alat Angkut

Untuk perhitungan produksi per siklus alat angkut dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$q = n \times q1 \times F \qquad (3)$$

Keterangan :

q = Produksi per siklus alat angkut (m^3)
q_1 = Kapasitas Munjung *bucket* (m^3)
F = *Bucket fill factor*
N = Jumlah pengisian bak oleh *bucket/ passing*

Kemudian untuk perhitungan produktifitas alat Angkut dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Q = q \times K \times \frac{3600}{CT} \times E \qquad (4)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas alat angkut (BCM/jam)
q = Produksi per siklus (BCM)
E = Efisiensi kerja
CT = *Cycle time* (detik)

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu melakukan pengamatan dan pengambilan data di lapangan. Pengamatan dan pengambilan data di lapangan dilakukan dengan melihat dan mengambil data langsung pada kondisi aktual daerah penelitian. Data utama yang digunakan untuk melakukan perhitungan yaitu geometri jalan angkut, *cycle time* alat angkut, efisiensi alat angkut, kecepatan alat angkut, *total resistance*, serta data pendukung lainnya seperti populasi unit dan spesifikasinya, profil jalan angkut, target produktivitas alat alat angkut perjam. Data utama digunakan untuk mendapatkan geometri jalan aktual, kecepatan alat angkut, produktivitas perjam dan pencapaian target produktivitas *overburden* pada bulan Mei 2015. Penyusunan laporan disertai penyajian data berupa tabel dan grafik yang dapat membantu dalam penyampaian informasi hasil penelitian. Sedangkan data penunjang lainnya adalah peta lokasi dan kesampaian daerah, kondisi geologi regional, data iklim dan curah hujan, serta keadaan umum perusahaan tersebut.

HASIL DAN DISKUSI

Pengolahan Data

Adapun hasil pengolahan data yang didapatkan adalah :

1. Waktu Edar Alat Angkut Aktual

Besarnya waktu edar alat angkut tergantung dari jarak dari *loading point* ke *dumping point,* semakin jauh jarak yang harus ditempuh alat angkut maka akan semakin besar *cycle time*-nya (Tabel-1).

Fixed Time	Waktu (Menit)	
	HD 1500-7	HD 785 -7
Waktu Muat	1,61	2,03
Waktu angkut berisi	10,49	11,67
Waktu manuver tumpah	0,19	0,30
Waktu tumpah	0,15	0,16
Waktu angkut kosong	8,24	9,50
Waktu manuver muat	0,22	0,24
Cycle Time	20,90	23,90
Delay Time	5,07	6,88

Tabel-1. Waktu Edar Rata-rata Komatsu HD 1500-7 dan 785-7

2. Perhitungan Pencapaian Target Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut merupakan besarnya produksi material yang dapat dimuat *hauler* per-satuan waktu, pada umumnya satuan waktu tersebut dinyatakan dalam jam (Tabel-2).

Produktivitas Komatsu HD 1500-7 dan 785-7		
Fleet	PC 4000 SH-314	PC 2000 EX-1717
	Jarak 2,92 km	Jarak 3,51 km
Target Produktivitas (BCM/Jam)	120	90
Produktivitas Aktual (BCM/Jam)	98,38	68,97
Selisih (BCM)	-21,62	-21,03
Achievement (%)	81,98	76,63

Tabel-2. Perbandingan Produktivitas Aktual dengan Target Produktivitas Komatsu HD 1500-7 dan 785-7

Pembahasan

Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pemindahan Material *Overburden* Bulan Mei Tahun 2015.

Berdasarkan data hasil pengamatan dan perhitungan didapatkan hasil bahwa pada bulan Mei 2015 tercatat material *overburden* yang dipindahkan pada *fleet* Tutupan *Highwall.* Produktivitas alat angkut Komatsu HD 1500-7 sebesar 98,38 BCM/Jam perunit dari target 120 BCM/Jam dan Komatsu 785-7 Komatsu sebesar 68,97 BCM/Jam perunit dari target 90 BCM/Jam yang ditentukan oleh *Mineplan Engineering Department* PT Pamapersada Nusantara *Jobsite* PT Adaro Indonesia.

Setelah melakukan pengambilan data di lapangan ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat angkut seperti kecepatan alat angkut dan geometri jalan angkut yang dilakukan selama bulan Mei 2015.

1. Upaya Peningkatan Produktivitas

Dari data aktual pencapaian target produktivitas pemindahan overburden Pit Tutupan *Highwall* pada bulan Mei tahun 2015. Untuk pencapaian produktivitas alat angkut Komatsu HD 1500-7 terhadap target produktivitas sebesar 93,69% dan pencapaian produktivitas alat angkut

Komatsu HD 785-7 terhadap target produktivitas sebesar 87,60% sehingga diperlukan upaya perbaikan-perbaikan terhadap faktor yang mempengaruhi produktivitas yang diharapkan dengan adanya perbaikan ini dapat menunjang keberhasilan dalam pencapaian target produktivitas yang telah direncanakan. Adapun berbagai alternatif perbaikan sebagai berikut :

a. Perbaikan Geometri Jalan Ideal

Upaya untuk mengatasi permasalahan ketidaktercapaian pada alat angkut Komatsu HD 1500-7 dan alat angkut Komatsu HD 785-7 adalah perbaikan geometri jalan angkut. Adapun parameter yang harus diperbaiki dari jalan angkut yaitu dengan cara perbaikan lebar segmen jalan yang belum standar dengan berpatokan alat angkut terbesar yang melalui jalan tambang tersebut yaitu Komatsu HD 1500-7. Perbaikan lebar jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel-3.

Jalan	Segmen	Lebar Aktual (m)	Lebar Teoritis (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
Avanza-Xenia	L3	20,54	23,17	2,63
	T3	21,34	27,96	6,62
	L4	19,75	23,17	3,42
Mazda-BMW	T1	24,06	27,96	3,9
	T2	22,82	27,96	5,14
	T4	26,14	27,96	1,82
	T5	26,97	27,96	0,99

Tabel-3. Perbaikan Lebar Segmen Jalan Angkut *Overburden*

b. Perbaikan *Rolling Resistance*

Pada kondisi *rolling resistance* aktual pada jalan angkut, alat angkut hanya dapat melaju pada kecepatan rata-rata sebesar 17-18 km/jam pada saat *load* material dan 22 km/jam pada saat *empty* material. Untuk meningkatkan kecepatan alat angkut tersebut salah satu caranya adalah meningkatkan kondisi jalan dengan parameter *rolling resistance* ini. Untuk jalan tambang nilai *rolling resistance* ideal adalah 3,25% (65 lb/kg). Nilai *rolling resistance* saran ini maksudnya adalah nilai ideal *rolling resistance* yang dapat dilalui oleh alat angkut HD1500-7 pada kondisi jalan tambang. Apabila kondisi jalan sudah memiliki besar *rolling resistance* melebihi standar, maka perlu perbaikan pada jalan angkut tersebut dengan cara melakukan scrap pada kondisi jalan yang *crowded* atau mengganti material jalan yaitu dengan cara menggali material jalan menggunakan alat gali muat PC 200 komatsu dan mengganti material pengisi (*filling*) jalan yang lebih keras.

c. Perbaikan Kecepatan Alat Angkut

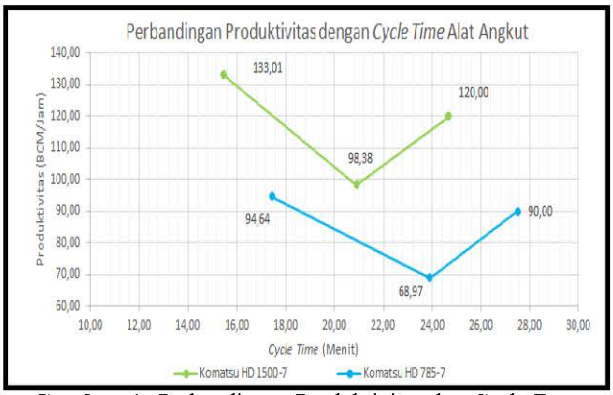
Setelah dilakukan perhitungan *total resistance* pada jalan angkut 1 dan jalan angkut 2 menghasilkan perubahan pada kecepatan alat angkut. Berdasarkan data perhitungan maka didapatkan simulasi data kecepatan alat angkut pada Komatsu HD 1500-7 dan HD 785-7 (Tabel-4).

d. Simulasi Perbaikan *Cycle Time* dan Produktivitas Alat Angkut

Setelah dilakukan simulasi perbaikan jalan angkut dan kecepatan alat angkut berdasarkan perhitungan *total resistance* maka menghasilkan perubahan pada *cycle time* alat angkut dan peningkatan produktivitas alat angkut. Berdasarkan data perhitungan maka didapatkan simulasi data waktu edar dan produktivitas dapat dilihat pada gambar-4.

Alat Angkut	Kecepatan Angkut Rata-rata	Kecepatan Kosong Rata-rata	Simulasi Kecepatan Angkut Rata-rata	Simulasi Kecepatan Kosong Rata-rata
HD 1500-7	17 (km/h)	22 (km/h)	25 (km/h)	29 (km/h)
HD 785-7	18 (km/h)	22 (km/h)	27,43 (km/h)	30 (km/h)
Standar Maksimal kecepatan safety perusahaan = 40 km/jam				

Tabel-4. Perbaikan Kecepatan Alat Angkut Komatsu HD 1500-7 dan HD 785-7



Gambar-4. Perbandingan Produktivitas dan *Cycle Time* Simulasi, Aktual dan *Plan* Alat Angkut Komatsu HD 1500-7 dan HD 785-7

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Geometri jalan aktual untuk jalan angkut 1 (Camry-Avanza-Xenia) meliputi lebar jalan lurus sebesar 23,83 m, lebar jalan tikungan sebesar 33,64 m, rata-rata superelevasi sebesar 3%, rata-rata *cross slope* sebesar 2 % dan rata-rata *grade* sebesar -1,36 %. Sedangkan geometri jalan aktual untuk jalan angkut 2 (Mazda-BMW-Altis) meliputi lebar jalan lurus sebesar 27,30 m, lebar jalan tikungan sebesar 28,19 m, rata-rata superelevasi sebesar 3 %, rata-rata *cross slope* sebesar 3 % dan rata-rata *grade* sebesar 2 %. Jadi, dapat dikatakan Jalan angkut 1 dan 2 dikatakan baik karena hanya ada beberapa segmen saja yang belum standar.
2. Kecepatan alat angkut Komatsu HD 1500-7 pada saat melewati Jalan angkut 1 (Jalan Camry-Avanza-Xenia) dari *front* sampai disposal sebesar 17 km/jam untuk waktu angkut dan untuk waktu kembali sebesar 22 km/jam dengan jarak 2,92 km. Sedangkan kecepatan alat angkut Komatsu HD 785-7 pada saat melewati jalan angkut 2 (Jalan Mazda-BMW-Altis) dari front sampai disposal sebesar 18 km/jam untuk waktu angkut dan untuk waktu kembali sebesar 22 km/jam dengan jarak 3,51 km.
3. Target Produktivitas alat angkut Komatsu HD 1500-7 sebesar 120 BCM/Jam dan alat angkut Komatsu HD 785-7 sebesar 90 BCM/Jam perunit pada Pit Tutupan *Highwall* bulan Mei 2015. Sedangkan produktivitas aktual alat angkut Komatsu HD 1500-7 sebesar 98,38 BCM/Jam perunit dengan tingkat ketercapaian 81,98% dan produktivitas alat angkut Komatsu HD 785-7 sebesar 68,97 BCM/Jam perunit dengan tingkat ketercapaian 76,63%.
4. Upaya peningkatan produktivitas alat angkut dilakukan dengan simulasi yaitu simulasi

peningkatan produktivitas alat angkut dengan cara simulasi penambahan lebar jalan, perbaikan *rolling resistance* dan penambahan kecepatan alat angkut, sehingga produktivitas alat angkut Komatsu HD 1500-7 menjadi 133,01 BCM/Jam perunit pencapaian terhadap target produktivitas 110,84% sedangkan untuk produktivitas alat angkut Komatsu HD 785-7 menjadi 94,64 BCM/Jam perunit pencapaian terhadap target produktivitas 105,16%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anonim, 2007. *"Specifications & Application Handbook Edition 28"*, Komatsu, Japan Page: 15A-9,A-10.

[2] Djawardi, D., 2011, *Manajemen Pemeliharaan Hauling Road*, PT Pamapersada Nusantara, Jakarta, Halaman VIII-19.

[3] Indonesianto, Y., 2008, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta, Halaman III-60,IV-1,4,6.

[4] Nurhakim, 2004. *Buku Panduan Kuliah Lapangan II Edisi ke-2*, Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru Halaman : II;23,24.

[5] Olla, Y.D., 2014, *Mine Infrastructure*, PT Pamapersada Nusantara, Tanjung, Halaman 15.

[6] Prodjosumarto, P., 2000. *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung Halaman : IV-186.

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