

ANALISIS PENGARUH *TOTAL RESISTANCE* TERHADAP KECEPATAN ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* HD 785 DALAM KEGIATAN PENGANGKUTAN *OVERBURDEN*

Daniel Silalahi^{1*}, Agus Triantoro¹, Romla Noor Hakim¹

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
e-mail: *danielsilalahi.miners@gmail.com

ABSTRAK

Kelancaran kegiatan pengangkutan *overburden* berhubungan dengan erat dengan kondisi jalan angkut yang dilaluinya. Selain geometri jalan angkut yang ideal, hambatan gulir dan hambatan kemiringan pada jalan angkut akan mempengaruhi kecepatan alat angkut yang melintasi jalan tersebut. Semakin besar *total resistance* (*grade resistance* dan *rolling resistance*) yang dialami alat angkut maka kecepatan alat angkut tersebut akan semakin kecil. Penelitian dilakukan pada jalan angkut *overburden* dari *pit* S12GN menuju *disposal* MOA di PT Kitadin *site* Embalut. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh *total resistance* terhadap kecepatan alat angkut HD 785 dan berhubungan pada produktivitas pengangkutan alat angkut tersebut.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah menganalisis dan mengevaluasi pengaruh *total resistance* terhadap kecepatan alat angkut HD 785 berdasarkan standar teoritis melalui pembacaan grafik *travel performance curve power mode* (*Handbook* Komatsu, 2007 :4A-31) serta melakukan simulasi perbaikan *total resistance* pada jalan angkut guna meningkatkan produktivitas pengangkutan *overburden*.

Berdasarkan hasil penelitian, produktivitas aktual alat angkut HD 785 dengan kondisi geometri jalan angkut aktual adalah 106,36 BCM/jam, kemudian setelah dilakukan simulasi perbaikan *total resistance* berupa *grade resistance* dan *rolling resistance* pada jalan angkut sebagai berikut: *grade* maksimum teoritis sebesar 8%, dan *rolling resistance* 75,10 lb/ton untuk jalan angkut bermuatan dan 63,40 lb/ton untuk jalan angkut kosong sesuai nilai *rolling resistance* aktual terkecil dilapangan. Setelah dilakukan simulasi perbaikan *total resistance* pada jalan angkut maka kecepatan alat angkut meningkat menjadi 18,4 Km/jam saat kondisi bermuatan dan 25 Km/jam untuk kondisi kosong sehingga produktivitas HD 785 meningkat menjadi 119,67 BCM/jam.

Kata-kata Kunci : *Grade resistance*, *rolling resistance*, produktivitas

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pengangkutan *overburden*, jalan angkut memberikan kontribusi penting dalam kelancaran kegiatan tersebut. Kondisi jalan angkut yang baik berpengaruh terhadap kecepatan alat angkut dalam proses pencapaian target produktivitas pengangkutan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan alat angkut saat melintas pada jalan angkut antara lain berupa hambatan kemiringan (*grade resistance*) dan hambatan gulir (*rolling resistance*).

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada jalan angkut *pit* S12GN menuju *disposal* MOA di PT kitadin *site* Embalut. Jalan angkut dari *pit* menuju *disposal* sejauh 2,14 km dan peneliti membagi jalan angkut menjadi 12 segmen jalan. Segmen jalan angkut dibagi berdasarkan segmen jalan lurus dan jalan tikungan.

Kondisi jalan yang baik akan memberikan kontribusi terhadap laju produksi alat angkut yang melaluinya. Kecepatan alat angkut mempengaruhi waktu edar alat angkut itu sendiri dan berpengaruh terhadap produktivitasnya. Kecepatan alat angkut dipengaruhi seberapa besarnya hambatan yang dialami oleh alat angkut tersebut saat melintas pada jalan angkut tersebut. Secara teoritis kemiringan maksimum jalan angkut yang dapat diatasi truk dapat diketahui berdasarkan jumlah rimpull yang tersedia dan jumlah rimpull yang dibutuhkan untuk mengatasi tahanan guling (*rolling resistance*) dan tanjakan (*grade resistance*).

Kemiringan (*grade*) jalan angkut dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Grade = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

Δh = beda tinggi antara 2 titik yang diukur

Δh = jarak datar antara 2 titik yang diukur

Besarnya *grade resistance* adalah 20 lbs/ton %, artinya setiap persen tanjakan diperlukan *rimpull/drawbar pull* sebesar 20 lbs setiap ton berat kendaraan. Tanda *grade resistance* positif, berarti bergerak menanjak dan negatif berarti bergerak menurun. Jadi apabila kendaraan bergerak menaiki jalan maka *total resistance* adalah $RR + GR$, dan apabila menuruni jalan *total resistance* adalah $RR - GR$.

Tahanan gulir dapat dihitung dengan menggunakan rumus (peurifoy, 2006; 6-142):

$$R = \frac{P}{W} \quad (2)$$

Dimana,

R = *Rolling resistance* (lb/ton)

P = Total tegangan (lb)

W = Berat kotor kendaraan (ton)

Bila penetrasi ban diketahui, perkiraan nilai *rolling resistance* untuk kendaraan beroda dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$RR = \{40 + (30 \times TP)\} \times GVW \quad (3)$$

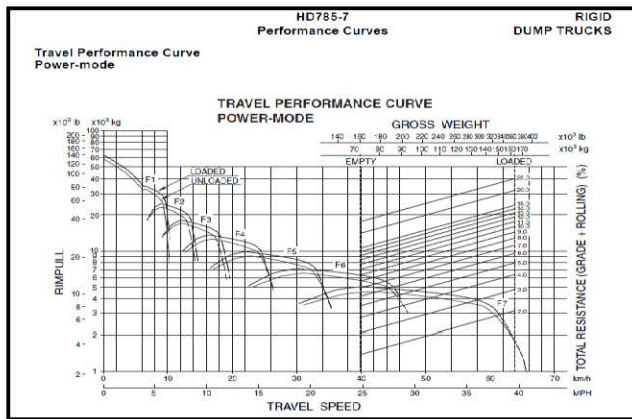
Dimana,

RR = *Rolling resistance* (lb)

TP = Penetrasi ban (inch)

GVW = Berat total kendaraan (ton)

Berdasarkan grafik *travel performance curve power mode* (*Handbook* Komatsu, 2007 :4A-31), kecepatan alat angkut dapat ditentukan sesuai dengan berat total alat angkut dan besarnya hambatan yang dialami oleh alat angkut tersebut.



Gambar-1. Grafik Unjuk Kerja Haul Truck HD 785

Langkah-langkah menentukan kecepatan alat angkut menggunakan grafik diatas adalah sebagai berikut:

1. Hitung *total resistance* yang ada pada jalan angkut tersebut
2. Plot garis vertikal pada *gross weight* sampai batas total resistance sebesar berat total alat angkut
3. Tarik garis *horizontal* dari batas *total resistance* sampai mengenai garis *gear*
4. Tarik garis *vertical* pada perpotongan garis *gear* kemudian baca kecepatan alat angkut pada *travel speed*.

Berdasarkan *Handbook* Komatsu edisi ke-28 (15A – 17), produktivitas alat angkut dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$P = C \times \frac{60}{Cmt} \times Et \times SF \quad (4)$$

Dengan,

$$C = n \times q1 \times K \quad (5)$$

Keterangan:

- P = Produktivitas alat angkut per jam (BCM/Jam)
 C = Produksi per siklus
 Cmt = Cycle time alat angkut
 Et = Efisiensi kerja *dump truck*
 SF = *Swell factor*
 n = Banyak pengisian *loader* ke *dump truck*
 q1 = Kapasitas *bucket loader*
 K = *Bucket fill factor loader*

HASIL DAN DISKUSI

Kondisi Aktual Jalan Angkut Pit S12GN

Tabel-1 merupakan hasil dari pengolahan data *grade resistance* dan *rolling resistance* yang didapat pada saat penelitian serta Gambar-2 merupakan profil aktual jalan angkut pada *pit* S12GN. Sedangkan keadaan aktual untuk produktivitas HD 785 dapat dilihat pada tabel-2.

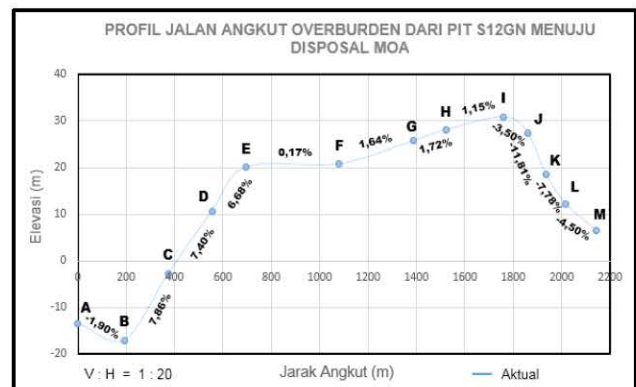
PEMBAHASAN

Simulasi peningkatan kecepatan alat angkut HD 785 dengan tujuan untuk mengurangi waktu angkut dilakukan dengan cara mengurangi *grade resistance* dan *rolling resistance* pada jalan angkut. Tabel-3 merupakan data *grade resistance* dan *rolling resistance* setelah hasil simulasi dan Gambar-3 merupakan profil jalan angkut *pit* S12GN setelah simulasi.

Tabel-1. Nilai Total Resistance Aktual

Segmen	Grade Resistance Aktual (%)		Rolling Resistance Aktual (%)	
	Angkut	Kembali	Angkut	Kembali
A – B	-1,90	1,90	9,61	7,85

B – C	7,86	-7,86	8,44	7,27
C – D	7,40	-7,40	3,76	3,76
D – E	6,68	-6,68	6,68	4,34
E – F	0,17	-0,17	3,76	3,17
F – G	1,64	-1,64	6,68	4,93
G – H	1,72	-1,72	4,34	3,76
H – I	1,15	-1,15	4,93	3,76
I – J	-3,50	3,50	6,10	4,34
J – K	-11,81	11,81	4,93	4,34
K – L	-7,78	7,78	9,02	5,51
L – M	-4,50	4,50	12,53	9,61



Gambar-2. Profil Aktual Jalan Angkut Pit S12GN

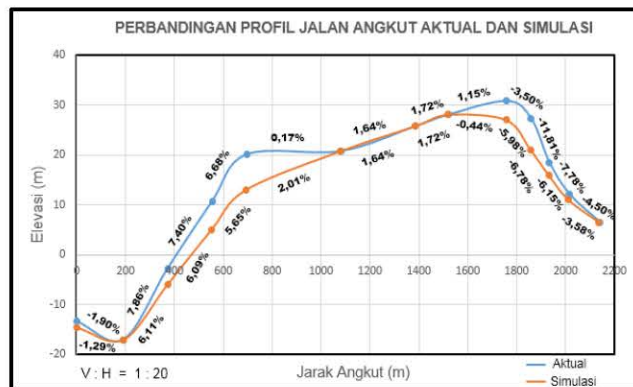
Tabel-2. Produktivitas Aktual HD 785

Komponen Perhitungan	Nilai	Satuan
Produktivitas		
Jumlah <i>Passing</i> (n)	7	
Kapasitas <i>Bucket</i> (q1)	12	LCM
<i>Bucket Fill factor</i> (K)	0,61	
Efisiensi Kerja (Et)	86,08	%
<i>Swell Factor</i> (SF)	0,85	BCM/LCM
<i>Cycle Time</i> (Cmt)	21,16	Menit
Produktivitas (P)	106,36	BCM/Jam

Dari hasil simulasi perbaikan *total resistance* maka didapatkan nilai *grade resistance* dan *rolling resistance* simulasi. Pengoptimalan *grade resistance* dilakukan dengan cara mengurangi elevasi dari setiap segmen jalan angkut. Sedangkan perbaikan *rolling resistance* dilakukan dengan cara mensimulasikan nilai *rolling resistance* pada setiap segmen jalan angkut yang disesuaikan berdasarkan nilai *rolling resistance* terkecil pada segmen jalan angkut pada saat penelitian. Dari hasil penelitian, nilai *rolling resistance* terkecil pada saat angkut bermuatan adalah 3,76% atau setara dengan 3 *inch* dan saat kembali sebesar 3,17% atau setara 2 *inch* (Tabel-1).

Tabel-3. Nilai *Total Resistance* Simulasi

Segmen	Grade Resistance Simulasi (%)		Rolling Resistance Simulasi (%)	
	Angkut	Kembali	Angkut	Kembali
A – B	-1,29	1,29	3,76	3,17
B – C	6,11	-6,11	3,76	3,17
C – D	6,09	-6,09	3,76	3,17
D – E	5,65	-5,65	3,76	3,17
E – F	2,01	-2,01	3,76	3,17
F – G	1,64	-1,64	3,76	3,17
G – H	1,72	-1,72	3,76	3,17
H – I	-0,44	0,44	3,76	3,17
I – J	-5,98	5,98	3,76	3,17
J – K	-6,78	6,78	3,76	3,17
K – L	-6,15	6,15	3,76	3,17
L – M	-3,58	3,58	3,76	3,17

**Gambar-3.** Perbandingan Profil Jalan Angkut Aktual dan Simulasi

Berdasarkan total resistance hasil simulasi, maka dengan menggunakan grafik *travel performance curve* *powe mode* (Gambar-1) kemudian ditentukan kecepatan simulasi alat angkut seperti terdapat pada tabel-4.

Tabel-4. Perbandingan Kecepatan Aktual dan Simulasi HD 785

Segmen	Kecepatan Aktual (km/jam)		Kecepatan Simulasi (km/jam)	
	Angkut	Kembali	Angkut	Kembali
A – B	13	25	19	25
B – C	10	18	16	25
C – D	14	25	17	25
D – E	12	25	17	25
E – F	19	25	20	25
F – G	18	25	20	25
G – H	19	25	20	25
H – I	19	25	20	25
I – J	16	25	17	25
J – K	9	20	16	25
K – L	9	24	17	25
L – M	9	24	20	25

Dari data kecepatan simulasi alat angkut, dengan menggunakan rumus kecepatan maka dapat dihitung waktu tempuh alat angkut tiap segmen jalan angkut seperti yang terdapat pada tabel-5.

Tabel-5. Waktu Tempuh HD 785 Tiap Segmen Jalan Angkut

Segmen	Kecepatan (km/jam)		Jarak (m)		Waktu Tempuh (detik)	
	Angkut	Kembali	Angkut	Kembali	Angkut	Kembali
A – B	19	25	192,41	192,41	36,46	27,71
B – C	16	25	179,54	179,54	40,40	25,85
C – D	17	25	180,16	180,16	38,15	25,94
D – E	17	25	141,29	141,29	29,92	20,35
E – F	20	25	385,21	385,21	69,34	55,47
F – G	20	25	305,09	305,09	54,92	43,93
G – H	20	25	134,37	134,37	24,19	19,35
H – I	20	25	238,31	238,31	42,90	34,32
I – J	17	25	100,09	100,09	21,20	14,41
J – K	16	25	73,60	73,60	16,56	10,60
K – L	17	25	81,18	81,18	17,19	11,69
L – M	20	25	125,73	125,73	22,63	18,11
Rata-rata	18,3	25	Total (detik)		413,84	307,72
			Total (menit)		6,90	5,13

Dari tabel diatas menunjukkan waktu tempuh alat angkut pada setiap segmen jalan angkut dalam kondisi angkut bermuatan maupun kembali kosong. Dari tabel tersebut jumlah waktu tempuh saat angkut bermuatan adalah 6,90 menit dan waktu tempuh saat kembali kosong adalah 5,13 menit sehingga jumlah total waktu tempuh HD 785 dari *pit* S12GN menuju *disposal* MOA adalah 12,03 menit. Dari data aktual dilapangan saat penelitian total waktu angkut adalah 14,38 menit dan dari hasil simulasi perbaikan *total resistance* waktu tempuh alat angkut HD 785 berkurang sebesar 2,35 menit dan menyebabkan penurunan nilai *cycle time* alat angkut tersebut seperti terdapat pada tabel-6.

Tabel-6. Perbandingan *Cycle Time* Aktual dan Simulasi

Siklus Kegiatan	Aktual (menit)	Simulasi (menit)
Waktu Manuver Muat	1,53	1,53
Waktu Muat	4,11	4,11
Waktu Angkut (Muatan+Kosongan)	14,38	12,03
Waktu Manuver Tumpah	0,57	0,57
Waktu Tumpah	0,57	0,57
<i>Cycle Time</i>	21,16	18,81

Setelah diketahui *cycle time* dari hasil simulasi, maka akan dihitung produktivitas HD 785 berdasarkan rumus produktivitas berdasarkan *handbook* komatsu seperti yang terdapat pada tabel-7.

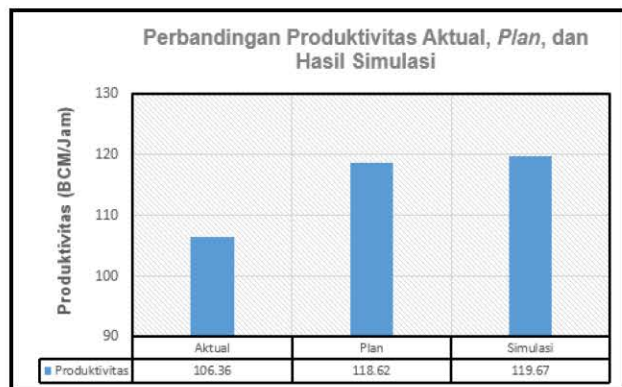
Tabel-7. Produktivitas Simulasi HD 785

Komponen Perhitungan	Nilai	Satuan
Produktivitas		
Jumlah <i>Passing</i> (n)	7	
Kapasitas <i>Bucket</i> (q1)	12	LCM
<i>Bucket Fill factor</i> (K)	0,61	
Efisiensi Kerja (Et)	86,08	%
<i>Swell Factor</i> (SF)	0,85	BCM/LCM
<i>Cycle Time</i> (Cmt)	18,81	Menit
Produktivitas (P)	119,67	BCM/Jam

Tabel 8 dan Gambar 3 menunjukkan perbandingan antara produktivitas aktual, plan dan simulasi HD 785.

Tabel-8. Perbandingan Produktivitas Aktual, Plan dan Simulasi HD 785

Kondisi	Cycle Time (menit)	Produktivitas (BCM/Jam)	Target Produktivitas (BCM/Jam)	Pencairan (%)
Aktual	21,16	106,36	118,62	89,66
Simulasi	18,81	119,67		100,89

**Gambar-4.** Perbandingan Produktivitas Aktual, Plan dan Simulasi HD 785

Dari tabel-8 dan gambar-3 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan simulasi produktivitas alat angkut meningkat menjadi 119,67 BCM/Jam dan telah mencapai target produktivitas yang telah ditentukan oleh perusahaan sebesar 118,62 BCM/Jam.

KESIMPULAN

1. Laju kecepatan alat angkut sangat dipengaruhi oleh besarnya hambatan (*resistance*) yang dialami oleh kendaraan. Semakin besar hambatan (*resistance*) yang dialami alat angkut maka kecepatan kendaraan akan semakin kecil begitu pula sebaliknya, semakin kecil hambatan (*resistance*) maka kecepatan kendaraan akan semakin besar.
2. Berdasarkan perhitungan estimasi kecepatan alat angkut menggunakan grafik *travel performance curve power mode*, maka kecepatan aktual rata-rata alat angkut adalah 13,9 Km/jam pada saat bermuatan dan 24 Km/jam pada saat kembali kosong. Sedangkan kecepatan simulasi rata-rata alat angkut setelah perbaikan total resistance adalah 18,3 Km/jam pada saat bermuatan dan 25 Km/jam pada saat kembali kosong.

3. Secara teoritis dan berdasarkan keadaan aktual dilapangan, perlu dilakukan pengoptimalan grade jalan untuk mengurangi *grade resistance* dan perbaikan nilai rolling resistance pada jalan angkut bermuatan sebesar 75,10 lb/ton, pada jalan angkut kosong sebesar 63,40 lb/ton
4. Setelah dilakukannya simulasi peningkatan produktivitas berupa perbaikan *total resistance* pada jalan angkut, maka produktivitas HD 785 meningkat sebesar 13,31 BCM/Jam menjadi 119,67 BCM/Jam dari yang sebelumnya 119,67 BCM/Jam

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2007. "*Specifications & Application Handbook Edition 28*", Komatsu, Japan
- [2] Indonesianto, Y., 2008, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta
- [3] Nurhakim. 2004. *Tambang Terbuka*. Universitas Lambung mangkurat. Banjarbaru
- [4] Peurifoy, Robert L., Clifford J. Schexnayder and Aviad Safira. 2006. *Construction Planning, Equipment, and Method*. McGraw-Hill Companies, inc. New York
- [5] Prodjosumarto, P., 1989, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung