Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut pada Kegiatan Pengupasan Overburden untuk Mencapai Target Produksi

Optimizing Productivity of Digging-Loading and Hauling Equipment on Overburden Stripping Activity to Achieve Production Targets

Afwan Assidiqi[1*], Rosalinda[2], Jarot Wiratama[3]
[1-3] Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas, Sains dan Teknologi, Universitas Jambi
e-mail: *r2prayuda@gmail.com

ABSTRAK

PT Akat Srida Amri merupakan perusahaan yang bergerak dibidang penambangan batubara. Tercapainya target produksi merupakan hal yang paling penting dalam industri pertambangan. Berdasarkan rekapan data produktivitas alat gali muat dan angkut diketahui tidak tercapainya target produksi pengupasan *overburden* pada triwulan ketiga tahun 2021. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan produktivitas alat gali muat dan angkut dengan memperbaiki faktor penghambat kegiatan produksi. Perbaikan dilakukan berdasarkan faktor ketersediaan alat angkut yang beroperasi perhari, jam kerja perhari dan kondisi aktual kegiatan pengupasan *overburden*. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2021. Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan data aktual lapangan rekapitulasi kegiatan pengupasan dan pengangkutan *overburden* perhari. Data tersebut diolah untuk mengetahui waktu kerja dan waktu hambatan perhari, jumlah alat angkut, *cycle time*, produktivitas aktual, nilai *match factor* dan geometri jalan angkut. Data hasil pengolahan tersebut digunakan untuk mengetahui ketercapaian target produksi dan faktor penghambat kegiatan produksi, selanjutnya dilakukan optimalisasi dari perbaikan faktor penghambat tersebut. Hasil dari penelitian ini target produksi bulan oktober 2021 tidak tercapai dan dilakukan perbaikan waktu kerja efektif, perbaikan kombinasi alat mekanis, dan perbaikan geometri jalan angkut. Setelah perbaikan waktu kerja efektif dan kombinasi alat mekanis target produksi tercapai dan perbaikan geometri jalan dijadikan saran agar kegiatan pengangkutan *overburden* optimal.

Kata-kata kunci : Produktivitas, *overburden*, Produksi, Faktor penghambat

ABSTRACT

PT Akat Srida Amri is a company engaged in mining of coal. Acihieving production targets is the most important thing in the mining industry. Based on the recap of the productivity data of digging and hauling equipment, it is known the overburden stripping production target was not achieved in the quarter of 2021. The purpose of this research is to increase the productivity of the digging and hauling equipment by improvinf the inhibiting factors of production activities. Repairs are carried out based on the availability of hauling equipment that operates per day, working hours per day and the actual condition of overburden stripping activitiies. The research was conducted in October 2021. The research method was carried out using actual field data recapitulation of overburden stripping and hauling activities per day. The data is processed to determine working time and inhibition time per day, total of hauling equipment, cycle time, actual productivity, match factor value and haul road geometry. The data processing results are used to determine the achievement of production targets and the inhibiting factors of production activities, then optimazation of the improvement of these inhibiting factors is carried out. The result of this reseacrh is that the production target for October 2021 was not achieved and improvements were made to effective working time, improved combinations of mechanical equipments and improved haul road geometry. After improving the effective working time and the combination of mechanical equipments, the production target is achieved and the road geomtery improvement is used as asuggestion for optimal overburden hauling activities.

Keywords : Productivity, overburden, production, obstacle factor

Submitted: 27-03-2022; Revised: 13-08-2022; Accepted: 26-10-2022; Available Online: 27-10-2022
Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat
This is an open access article under the CCBY license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pertambangan, tercapainya target produksi dari jumlah yang direncanakan merupakan salah satu hal yang paling utama. Target produksi akan tercapai jika proses eksploitasi dilakukan secara efektif dan efisien. Untuk mencapai target produksi dan keuntungan yang maksimum, suatu perusahaan harus melakukan perencanaan produksi yang tepat, agar alat gali muat dan alat angkut bekerja secara optimal.

Kegiatan pengupasan *overburden* merupakan salah satu proses yang berpengaruh terhadap ketercapaian target produksi penambangan batubara. Jika target produksi pengupasan *overburden* tidak tercapai akan menghambat kegiatan penambangan batubara dan produksi batubara tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan perusahaan sehingga perusahaan akan mengalami kerugian. Dilihat dari pentingnya proses pengupasan *overburden*, maka perlu diketahui seberapa efektif kegiatan pengupasan dan pengangkutan *overburden* dan tindakan apa yang dilakukan untuk mengoptimalkan kegiatan tersebut.

Dalam proses pengupasan *overburden* di PT Akat Srida Amri pada triwulan ketiga 2021 target produksi tidak tercapai. Berdasarkan observasi penulis terdapat beberapa indikasi faktor penyebab hal tersebut, yaitu kondisi cuaca yang sering hujan, tidak serasinya komposisi alat mekanis (*match factor*), efisiensi kerja rendah, banyaknya waktu

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.13028

tunggu pada alat angkut dan geometri jalan angkut yang tidak memenuhi standar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas alat mekanis aktual yang digunakan untuk mengetahui ketercapaian target produksi bulanan. Selanjutnya untuk mengidentifikasi penyebab tidak tercapainya target produksi serta memberikan upaya perbaikan agar target produksi yang diharapkan tercapai. Penelitian ini dapat menjadi bahan referensi kepada PT Akat Srida Amri untuk melakukan optimalisasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden*.

METODOLOGI

Tahapan penelitian dimulai dengan mempersiapkan bahan pustaka yang mendukung judul penelitian dan mengetahui keadaan perusahaan secara garis besar untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.

Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari aktual lapangan. Data primer diperoleh dari pengamatan kegiatan pengupasan dan pengangkutan *overburden* yang berlangsung. Data yang dikumpulkan antara lain kondisi alam dan cuaca, waktu edar alat gali muat dan angkut, geometri jalan *hauling*, kondisi dan jumlah alat gali muat angkut, efisiensi kerja alat serta jam kerja aktual. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari perusahaan. Data yang dikumpulkan adalah target produksi dan hasil produksi perusahaan tahun 2021, rencana jam kerja perhari, curah hujan, spesifikasi alat gali muat angkut dan peta topografi.

Setelah data primer dan sekunder didapatkan, dilanjutkan dengan pengolahan data. Pertama ditentukan nilai *cycle time* alat gali muat angkut. *Cycle time* adalah waktu yang diperlukan alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal hingga akhir dan siap memulai kembali [1] . *Cycle time* ini diperoleh dari 30 sampel siklus kerja alat yang kemudian dirata-ratakan. Adapun komponen dari *cycle time* alat gali muat dimulai dari *digging, swing* isi, *dumping* dan *swing* kosong, sedangkan *cycle time* alat angkut dimulai dari waktu tunggu kosong, waktu *manuver* kosong, waktu pengisian, waktu berjalan isi, waktu *manuver* area penimbunan, waktu *dumping*, waktu kembali kosong.

Untuk *cycle time* alat gali muat dapat menggunakan persamaan [2] [3] :

$CT = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$ …….. (1)

Keterangan :

CT = Total waktu edar alat muat (detik)
Tm_1 = Waktu menggali (detik)
Tm_2 = Waktu *swing* bermuatan (detik)
Tm_3 = Waktu menumpahkan (detik)
Tm_4 = Waktu *swing* kosong (detik)

Untuk *cycle time* alat angkut dapat menggunakan persamaan :

$Ct = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6$ ….. (2)

Keterangan :

CT = Total waktu edar alat angkut (detik)
Ta_1 = Waktu mengatur posisi kosong (detik)
Ta_2 = Waktu diisi muatan (detik)
Ta_3 = Waktu mengangkut muatan (detik)
Ta_4 = Waktu mengatur posisi isi (detik)
Ta_5 = Waktu menumpahan muatan (detik)
Ta_6 = Waktu kembali kosong (detik)

Pada perhitungan efisiensi kerja aktual, terlebih dahulu ditentukan distribusi hambatan kerja. Distribusi hambatan kerja dibagi menjadi dua yaitu hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang tidak dapat dihindari, selanjutnya ditentukan waktu kerja efektiif berdasarkan hambatan-hambatan yang telah ditentukan. Untuk mengetahui efisiensi kerja dapat menggunakan persamaan berikut [4] :

$E = \frac{W}{O} \times 100\ \%$ ……..… (3)

Keterangan :

E = Efektivitas
W = Waktu kerja efektif
T = Waktu efektif + tertunda

Setelah didapatkan nilai *cycle time* dan efisiensi kerja aktual, selanjutnya dilakukan perhitungan produktivitas actual. Untuk produktivitas alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan persamaan berikut[13] :

Alat gali muat [5] [6] [7]

$$Q = \frac{Kb\ x\ Sf\ x\ FF\ x\ Eff\ x\ 3600}{Ctm} \text{……..…} \quad (4)$$

Keterangan :

Q = Kemampuan produktivitas alat muat (Bcm/jam)
Kb = Kapasitas *Bucket* (m3)
Sf = *Swell factor* (%)
FF = *Fill Factor*
Eff = Efisiensi kerja (%)
Ctm = Waktu edar alat muat (detik)

Alat angkut

$$Q = \frac{n\ x\ Kb\ x\ Sf\ x\ FF\ x\ Eff\ x\ 3600}{Cta} \text{……..…} \quad (5)$$

Keterangan :

Q = Kemampuan produktivitas alat muat (Bcm/jam)
n = Jumlah pemuatan *bucket*
Kb = Kapasitas *Bucket* (m^3)
Sf = *Swell factor* (%)
FF = *Fill Factor* (%)
Eff = Efisiensi kerja (%)
Cta = Waktu edar alat angkut (detik)

Selanjutnya dilakukan perhitungan faktor keserasian alat aktual (*match factor*) dimana untuk perhitungannya dapat menggunakan persamaan [8] :

$$MF = \frac{n\ x\ Nh\ x\ Ctm}{Nm\ x\ Cta} \text{……..…..……} \quad (6)$$

Keterangan :

MF = Faktor keselarasan (*Match Factor)*
n = Jumlah pemuatan *bucket*
Nh = Jumlah alat angkut
Ctm = Waktu edar alat muat (detik)
Nm = Jumlah alat muat
Cta = Waktu edar alat angkut (detik)

Tahap berikutnya adalah analisis dengan membandingkan produksi aktual dengan target produksi yang telah ditetapkan. Target produksi yang tidak tercapai nantinya akan dianalisis dan dibuat rekomendasi dari perbaikan faktor penghambat produksi untuk mencapai target produksi tersebut. Selain membuat rekomendasi, penelitian ini juga membuat simulasi data untuk mengetahui tingkat produktivitas yang dapat dicapai alat gali muat dan angkut yang tersedia. Hal ini dapat dijadikan pertimbangan perusahaan untuk menentukan target produksi pengupasan *overburden* selanjutnya.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.13028

Selanjutnya dilakukan perhitungan perbaikan faktor-faktor penghambat kegiatan produksi, Adapun yang diperbaiki adalah efisiensi kerja, kombinasi alat mekanis (*match factor*) dan merekomendasikan geometri jalan standar. Perbaikan efisiensi kerja dilakukan dengan meminimalisir waktu hambatan kerja yang dapat dihindari. Perbaikan kombinasi alat mekanis dilakukan setelah perhitungan produktivitas alat berdasarkan perbaikan efisiensi kerja, metode yang digunakan adalah *trial* dan *error*. Perbaikan ini didasarkan kepada nilai *match factor* = 1 dan tingkat ketercapaian target produksi.

Tahap berikutnya adalah perbaikan geometri jalan, perbaikan ini hanya dijadikan saran agar kegiatan *hauling* terlaksana secara optimum. Adapun geometri jalan yang diperbaiki adalah, lebar jalan lurus dan tikungan, kemiringan jalan (*grade* jalan), dan *cross slope*. Superelevasi tidak diperbaiki karena kondisi aktual lapangan sudah memenuhi standar Untuk perhitungannya dapat menggunakan persamaan [9] [10] :

Lebar jalan lurus

$L = n \times Wt + (n + 1) \times (0{,}5 \times Wt)$ …….(7)

Keterangan:
L = lebar jalan angkut minimum (m)
n = jumlah lalur yangdigunakan
Wt = lebar alat angkut (m)

Lebar jalan tikungan

$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C$……..…(8)
$C = Z = (U + Fa + Fb) / 2$ ……...(9)

Keterangan:
W = Lebar jalan angkut pada tikungan (m)
n = Jumlah lajur
U = Jarak jejak roda kendaraan(m)
Fa = Lebar juntai depan (m)
Fb = Lebar juntai belakang (m)
Z = Jarak sisi luar *truck* ke tepi jalan (m)
C = Jarak antara dua *truck* bersimpangan (m)

Kemiringan jalan (*grade jalan*)

$$\text{Grade } (\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} x \ 100\% \text{ .....(10)}$$

Keterangan :
Δh = Beda tinggi (m)
Δx = Panjang jalan (m)

Cross slope

Cross slope = lebar jalan lurus(m) x *cross slope standard* (m/m) ……..……(11)

Cross slope standar adalah 40 mm/m atau 0,04 m/m

HASIL DAN DISKUSI

Produktivitas Aktual

Aktivitas pengupasan tanah penutup batubara (*overburden*) di PT Akat Srida Amri pada bulan Oktober 2021 menggunakan 2 *fleet* penambangan, *fleet* 1 dan *fleet* 2. Target produksi pada bulan oktober 2021 untuk *fleet* 1 adalah 19.565 bcm, sedangkan pada *fleet* 2 target produksi 20.000 bcm.

Perhitungan produktivitas dibagi menjadi dua, yaitu untuk *fleet* 1 dan 2 karena memiliki jenis alat yang berbeda dan jarak dari *front* ke lokasi penumpahan berbeda. Pada *fleet* 1 lokasi penumpahan dilakukan di area *disposal* sedangkan pada *fleet* 2 lokasi penumpahan di area *backfilling.* Jarak dari *front loading fleet* 1 ke area *disposal* 952 m, jarak dari *front loading* 2 ke area *backfilling* 456 m. Ada beberapa data yang digunakan untuk menghitung produktivitas aktual, yaitu komposisi alat mekanis, kapasitas *bucket/vessel*, jumlah pemuatan *bucket, swell factor, fill factor*, efisiensi kerja dan *cycle time* alat mekanis.

Komposisi Alat Mekanis

Komposisi alat mekanis dan kapasitas *bucket/vessel* alat mekanis *fleet* 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel-1. Komposisi alat mekanis yang tersedia

Lokasi	Alat	Kapasitas *Bucket/ vessel*	Jumlah
Fleet 1	*Excavator* Doosan 500 LCV	2,3	1
	Dump Truck Hino 500	15	6
Fleet 2	*Excavator* CAT 329 D	2,4	1
	Dump Truck Hino 500	15	6

Efisiensi Kerja

Dalam kegiatan pengupasan ditetapkan jadwal waktu kerja dalam satu hari adalah satu *shift* dengan total jam kerja 6 jam dan waktu istirahat 1 jam. Jam kerja dimulai dari pukul 08.00-15.00 WIB, dan jam istirahat dimulai dari jam 12.00-13.00 WIB. Waktu kerja tersedia Senin-Minggu. Total jam kerja tersedia dalam satu bulan adalah 180 jam/bulan.

Tabel-2. Komposisi alat meknis yang tersedia

Distribusi Waktu		Waktu (Jam/bulan)		
		Excavator Doosan 500 LCV	*Excavator CAT 329 D*	*Dump Truck* Hino 500
Waktu Kerja Tersedia		**180**	**180**	**180**
Waktu Istirahat		**30**	**30**	**30**
Hambatan yang tidak dapat dihindari	Isi bahan bakar	5,15	5,22	5,79
	Pemanasan alat	2,72	2,83	2,93
	Pindah lokasi	2,68	2,75	1,58
	Hujan & *Slippery*	10,43	10,43	10,43
Total		**20,98**	**21,23**	**20,73**
Hambatan yang dapat dihindari	Terlambat Mulai	5,08	5,08	5,08
	Terlalu cepat istirahat	5,18	5,18	5,18
	Terlambat mulai setelah istirahat	5,15	5,15	5,15
	Terlalu cepat selesai	4,9	4,9	4,9
Total		**20,31**	**20,31**	**20,31**
Repair		8,22	7,86	5,36
Total		**8,22**	**7,86**	**5,36**
Waktu Hambatan		**49,51**	**49,4**	**46,4**
Waktu Kerja Efektif		**130,49**	**130,6**	**133,6**
Efisiensi Kerja		**72,49%**	**72,56%**	**74,22%**

Ada beberapa penyebab hilangnya waktu kerja, yaitu alat-alat mekanis di lapangan sering mengalami perbaikan sehingga memerlukan waktu untuk *repair*. Selain

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.13028

itu disebabkan juga oleh tindakan tidak disiplin dari operator sehingga memangkas waktu kerja dan mengakibatkan waktu kerja aktualnya hanya sebesar 130,6 jam per bulan dengan efisiensi kerja sebesar 72-74%, distrubusi Waktu hambatan dapat dilihat pada Tabel-2.

Cycle Time

Cycle time aktual diperoleh dari pengambilan data secara langsung dengan penjumlahan komponen-komponen *cycle time.* Sampel yang diambil berjumlah 30 dari masing-masing alat mekanis kemudian dirata-ratakan.

Tabel-3. *Cycle time* alat mekanis

Lokasi	Alat	*Cycle time* (s)
Fleet 1	*Excavator* Doosan 500 LCV	35,02
	Dump Truck Hino 500	689,49
Fleet 2	*Excavator* CAT 329 D	35,81
	Dump Truck Hino 500	525,23

Swell Factor

Swell factor adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempatnya. Berdasarkan pengamatan material di lapangan diketahui pada *Fleet* 1 adalah material tanah biasa basah dan pada *Fleet* 2 merupakan tanah biasa kering yang sama- sama memiiki nilai *swell factor* 85%.

Fill Factor

Fill factor adalah nilai yang menggambarkan isian dari *bucket* alat muat. Berdasarkan pengamatan *loading* material di lapangan pada *Fleet* 1 dan *Fleet* 2 diketahui nilai *bucket fill factor* sama yaitu 85% .

Jumlah Pengisian *Bucket*

Berdasarkan hasil pengamatan penulis dilapangan, jumlah pengisian *bucket* alat gali muat untuk mengisi *vessel* alat angkut pada *Fleet* 1 adalah 4 kali pengisian dan pada *Fleet* 2 adalah 3 kali pengisian.

Dari data-data diatas dapat dilakukan perhitungan produktivitas aktual teoritis. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel-4.

Dari tabel-4 dapat dilihat bahwa produktivitas dari alat gali muat pada *fleet* 1 dan 2 tidak mencapai target produksi. Jika alat gali muat tidak mencapai target produksi, alat angkut pun akan mengalami hal yang sama. Terlihat perbedaan mencolok antara produktivitas alat gali muat dengan alat angkut. Perbedaan ini mengartikan bahwa tidak serasinya kombinasi alat mekanis. hal ini ditunjukkan oleh niali *match factor > 1* yang artinya Alat gali muat bekerja secara maksimal dan alat angkut tidak maksimal, sehingga menyebabkan terjadinya antrian alat angkut di *front loading* sewaktu menunggu alat angkut lainnya melakukan *loading.*

Setelah diketahui tidak tercapainya target produksi perlu dilakukan perbaikan terhadap faktor-faktor yang menghambat kegiatan produksi agar dapat tercapainya target produksi yang telah ditetapkan.

Tabel-4. Produktivitas aktual alat mekanis

Lokasi	Alat	Produktivitas (bcm/bulan)	Target Produksi (bcm/bulan)
Fleet 1	*Excavator* Doosan 500 LCV	16.161	19.565
	6 *Dump Truck* Hino 500	20.649	
Fleet 2	*Excavator* CAT 329 D	16.504	20.000
	6 *Dump Truck* Hino 500	21.214	

Tabel-5. Ketercapaian Target Produksi Bulan Oktober 2021

Lokasi	Alat	Produktivitas (bcm/bulan)	Ketercapaian
Fleet 1	*Excavator* Doosan 500 LCV	16.161	82,6 %
	6 *Dump Truck* Hino 500	20.649	
Fleet 2	*Excavator* CAT 329 D	16.504	82,5 %
	6 *Dump Truck* Hino 500	21.214	

Tabel-6. *Match factor*

Lokasi	Alat	*Match factor*
Fleet 1	*Excavator* Doosan 500 LCV	1,22
	Dump Truck Hino 500	
Fleet 2	*Excavator* CAT 329 D	1,23
	Dump Truck Hino 500	

Identifikasi dan Perbaikan Faktor Penghambat Produktivitas

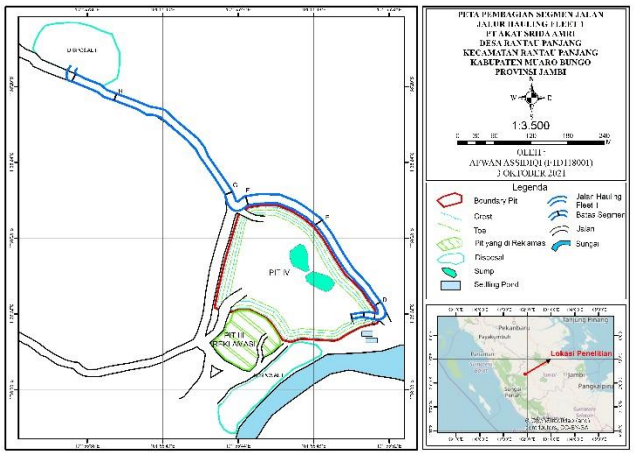
Kondisi Cuaca

Kondisi cuaca sangat mempengaruhi jalannya kegiatan produksi. Operasi penambangan hanya akan berjalan jika tidak terjadi hujan. Jika hujan, semua kegiatan operasi penambangan diberhentikan. Hujan dapat mengakibatkan jalan dalam kondisi *slippery*. Kondisi cuaca merupakan faktor yang tidak dapat dihindari dan diprediksi, namun dapat dirata-ratakan kedatangannya. Pada waktu penelitian yaitu bulan Oktober 2021 curah hujan sedang hingga tinggi sehingga menjadi salah satu faktor penghambat kegiatan produksi.

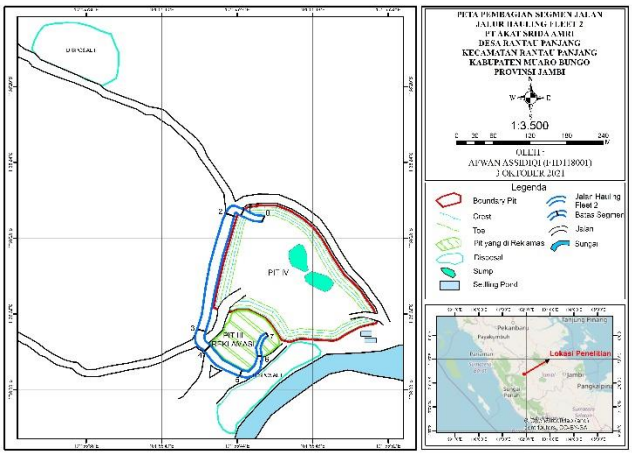
Kondisi Jalan *Hauling*

Kondisi jalan *hauling* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kegiatan produks. Jika jalan *hauling* tidak memenuhi standar, maka akan menghambat laju dari alat angkut. Pada pengamatan kondisi jalan *hauling*, terdapat beberapa geometri jalan yang harus diperbaiki karena berpotensi menghambat laju produktivitas. Beberapa masalah jalan yang paling mempengaruhi laju produksi diantaranya yaitu, *Grade* jalan, Lebar Jalan dan *Cross slope. Grade* jalan akan mempengaruhi jumlah muatan dan kemampuan dari alat angkut untuk membawa material. *Grade* jalan tinggi menyebabkan pengisian *vessel dump truck* hanya 3-4 kali. Lebar jalan yang tidak sesuai menyebabkan alat angkut akan mengurangi kecepatan pada saat berpapasan dan saat berputar arah di tikungan jalan. *Cross slope* yang tidak sesuai menyebabkan pada saat terjadi hujan air tidak mengalir sehingga jalan menjadi tergenang dan akan mempengaruhi kecepatan dari alat angkut.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.13028



Gambar-1. Peta jalur *hauling fleet* 1 ke area *disposal.*



Gambar-2. Peta jalur *hauling fleet* 1 ke area *backfilling*

Untuk memperbaiki geometri jalan, terlebih dahulu dibagi menjadi beberapa segmen. Pembagian segmen didasarkan pada kondisi aktual, seperti tikungan, tanjakan, turunan dan area jalan yang mengalami masalah

Lebar Jalan

Dari hasil pengukuran langsung di jalan *hauling fleet* 1 dan 2, lebar jalan lurus berkisar antara 7-9,5 m. Dari perhitungan yang dilakukan, lebar jalan angkut lurus minimal 8,575 m. Pada jalan angkut *fleet* 1 terdapat empat segmen yang belum memenuhi standar dan *fleet* 2 terdapat dua segmen yang belum memenuhi standar.

Dari hasil pengukuran langsung di jalan *hauling fleet* 1 dan 2, lebar jalan tikungan berkisar antara 10-20 m. Dari perhitungan yang dilakukan, lebar jalan angkut tikungan minimal 16,803 m. Pada jalan angkut *fleet* 1 terdapat satu segmen yang belum memenuhi standar dan *fleet* 2 terdapat dua segmen yang belum memenuhi standar.

Dari semua segmen yang bermasalah, lebar jalan lurus dan tikungan harus dilakukan perbaikan, karena pada pengamatan dilapangan sangat mempengaruhi laju dari alat angkut. Berikut koreksi lebar jalan lurus dan tikungan pada *fleet* 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel-7 dan 8.

Tabel-7. Koreksi lebar jalan lurus dan tikungan jalan *hauling fleet* 1

Segmen Jalan	Lebar Jalan (m)	Lebar Minimum		Rencana perbaikan (m)
		Lurus	Tikungan	
0-1	6,61	8,575	-	+1,965
1-2	10,12	-	16,803	+6,684
2-3	9,23	8,575	-	-
3-4	17,78	-	16,803	-
4-5	9,37	8,575	-	-
5-6	12,24	-	16,803	+4,564
6-7	7,32	8,575	-	+1,255

Grade Jalan

Dari hasil pengukuran langsung di jalan *hauling fleet* 1 dan 2, lebar jalan lurus berkisar antara 9-20 %. Agar alat angkut optimal melakukan pengangkutan, *grade* jalan maksimal harus sebesar 8 %. Pada jalan angkut *fleet* 1 terdapat dua segmen tanjakan dan keduanya belum memenuhi standar dan *fleet* 2 terdapat dua segmen tanjakan dan keduanya belum memenuhi standar.

Tabel-8. Koreksi lebar jalan lurus dan tikungan jalan *hauling fleet* 2

Segmen Jalan	Lebar Jalan (m)	Lebar Minimum (m)		Rencana perbaikan (m)
		Lurus	Tikungan	
A-B	7,43	8,575	-	+1,145
B-C	7,61	8,575	-	+0,965
C-D	20,34	-	16,803	-
D-E	8,82	8,575	-	-
E-F	7,28	8,575	-	+1,295
F-G	10,12	-	16,803	+6,684
G-H	8,97	8,575	-	-
H-I	7,63	8,575	-	+0,945

Dari semua segmen yang bermasalah, *grade* jalan harus dilakukan perbaikan, karena akan berpengaruh terhadap muatan alat angkut. Hal ini dapat diketahui dari aktual lapangan *excavator* yang hanya melakukan 3-4 kali pengisian *vessel dumptruck*. Berikut untuk *grade* jalan pada *fleet* 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel-9 dan 10.

Tabel-9. Koreksi *grade* jalan *hauling fleet* 1

Segmen	*Grade* jalan (%)	*Grade* standar (%)	Perbaikan (%)
A-B	4,26	8	0
B-C	20,35	8	-l2,09
C-D	3,17	8	0
D-E	0,61	8	0
E-F	0,77	8	0
F-G	4,51	8	0
G-H	1,98	8	0
H-I	14,80	8	-6,80

Tabel-10. Koreksi *grade* jalan *hauling fleet* 2

Segmen	*Grade* jalan (%)	*Grade* standar (%)	Perbaikan (%)
0-1	28,82	8	-20,82
1-2	5,03	8	0
2-3	0,84	8	0
3-4	1,65	8	0
4-5	0,90	8	0
5-6	2,63	8	0
6-7	9,62	8	-1,62

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.13028

Cross Slope

Dari hasil pengukuran langsung di jalan *hauling fleet* 1 dan 2, terdapat beberapa segmen jalan yang belum memiliki *cross slope* dan *cross slope* yang belum memenuhi standar. Dari perhitungan yang dilakukan, nilai *cross slope* minimal adalah sebesar 34,3 cm. Pada jalan angkut *fleet* 1 terdapat empat segmen yang belum memenuhi standar dan satu segmen yang belum memiliki *cross slope* dan *fleet* 2 terdapat satu segmen yang belum memenuhi standar dan dua segmen yang belum memiliki *cross slope*.

Dari semua segmen yang bermasalah, *cross slope* harus dilakukan perbaikan, karena pada pengamatan dilapangan kondisi cuaca sering hujan menyebabkan jalan angkut tergenang dan *slippery* Berikut untuk koreksi lebar jalan lurus dan tikungan pada *fleet* 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel-11 dan 12

Tabel-11. Koreksi *cross slope* jalan *hauling fleet* 1

Segmen	*Cross Slope* (cm)	*Cross Slope* Standar (cm)	Perbaikan (cm)
A-B	0	34,3	+34,3
B-C	15	34,3	+19,3
C-D			
D-E	19	34,3	+15,3
E-F	16	34,3	+18,3
F-G			
G-H	37	34,3	0
H-I	24	34,3	+10,3

Tabel-12. Koreksi *cross slope* jalan *hauling fleet* 2

Segmen	*Cross Slope* (cm)	*Cross Slope* Standar (cm)	Perbaikan (cm)
0-1	0	34,3	34,3
1-2			
2-3	38	34,3	0
3-4			
4-5	11	34,3	+23,3
5-6			
6-7	0	34,3	+34,3

Perbaikan Waktu Kerja Efektif

Meminimalisir waktu hambatan yang dapat dihindari adalah solusi untuk meningkatkan waktu kerja efektif sehingga nilai efisiensi kerja juga akan meningkat. Hal tersebut dapat diketahui dari faktor penyebabnya. Salah satu penyebabnya adalah seperti pada saat memulai pekerjaan, seharusnya operator sudah dalam keadaan siap (*standby)* pada saat pukul 08.00 ataupun 13.00 tepat untuk memulai pekerjaannya. Dan selesai tepat waktu pada jam 12.00 dan 15.00 WIB.

Kedisiplinan operator menjadi kunci untuk meminimalisir waktu mulai dan selesai. Harus ada pengawas yang senantiasa mencatat kedisplinan waktu para operator. Untuk operator yang tidak disiplin bisa diberikan teguran maupun sanksi dan juga. Keterlambatan maupun kecepatan mengakhiri pekerjaan masih dapat ditolerir apabila masih sekitar 3 menit. Sehingga pada tabel distribusi hambatan diberikan nilai 1,5 jam/bulan mewakili toleransi tersebut. Dari hasil tersebut maka akan didapatkan waktu kerja hambatan yang baru yang diharapkan dengan meningkatnya efisiensi ini akan mencapai target produksi yang diharapkan oleh perusahaan.

Tabel-13. Perbaikan distribusi waktu hambatan

Distribusi Waktu		Waktu (Jam/bulan)		
		Excavator Doosan 500 LCV	*Excavator CAT 329 D*	*Dump Truck* Hino 500
Waktu Kerja Tersedia		**180**	**180**	**180**
Waktu Istirahat		**30**	**30**	**30**
Hambatan yang tidak dapat dihindari	Isi bahan bakar	5,15	5,22	5,79
	Pemanasan alat	2,72	2,83	2,93
	Pindah lokasi	2,68	2,75	1,58
	Hujan & *Slippery*	10,43	10,43	10,43
Total		**20,98**	**21,23**	**20,73**
Hambatan yang dapat dihindari	Terlambat Mulai	1,5	1,5	1,5
	Terlalu cepat istirahat	1,5	1,5	1,5
	Terlambat mulai setelah istirahat	1,5	1,5	1,5
	Terlalu cepat selesai	1,5	1,5	1,5
Total		**6**	**6**	**6**
Repair		8,22	7,86	5,36
Total		**8,22**	**7,86**	**5,36**
Waktu Hambatan		**35,2**	**35,09**	**32,09**
Waktu Kerja Efektif		**144,8**	**144,91**	**147,91**
Efisiensi Kerja		**80,44**	**80,51**	**82,17**

Setelah dilakukan perbaikan hambatan-hambatan yang dapat dihindari terjadi kenaikan efisiensi kerja. Efisiensi kerja *excavator* Doosan 500 LCV dari 72,49% menjadi 80,44 %, *excavator* CAT 329 D dari 72,56 % menjadi 80,51 %, *dumptruck* HINO 500 dari 74,22 % menjadi 82,17 %. Dari kenaikan ini diharapkan tingkat produktivitas dari masing-masing alat angkut dapat meningkat.

Produktivitas Setelah Perbaikan Masalah

Setelah dilakukan perbaiakan efisiensi kerja, selanjutnya dilakukan perhitungan produktivitas alat mekanis dari perbaikan tersebut. Untuk perhitungan ini menggunakan kombinasi alat mekanis aktual dan jumlah pengisian bucket aktual Untuk hasilnya dapat dilihat pada tabel-14.

Tabel-14. Produktivitas setelah perbaikan masalah

Lokasi	Alat	Produktivitas (bcm/bulan)	Target Produksi (bcm/bulan)	MF
Fleet 1	1 *Excavator* Doosan 500 LCV	19.900	19.565	1,23
	6 *Dump Truck* Hino 500	25.562		
Fleet 2	1 *Excavator* CAT 329 D	20.320	20.000	1,23
	6 *Dump Truck* Hino 500	26.600		

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.13028

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui target produksi tercapai, tetapi perbedaan produktivitas sangat mencolok antara alat gali muat dan alat angkut, ini menandakan ketidaksesuaian kombinasi alat gali muat jika menggunakan kombinasi aktual. Maka perlu dilakukan analisis lagi untuk mencari kombinasi alat mekanis yang sesuai. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Match factor* > 1 yang artinya *excavator* bekerja secara maksimal dan *dumptruck* tidak bekerja secara maksimal. Hal ini akan mengakibatkan antrian *dumptruck* di *front loading.*

Perbaikan Kombinasi Alat Mekanis

Perbaikan kombinasi alat mekanis ini setelah dilakukan perbaikan efisiensi kerja dan geometri jalan. Adapun hasil dari pengolahan data, dari perbaikan geometri jalan akan memungkinkan alat angkut menambah jumlah pengisian (n) ke dalam *vessel dumptruck*. Berdasarkan perhitungan produktivitas pada tabel 13 menunjukkan nilai produktivitas alat angkut yang sangat tinggi, dan nilai *match factor* > 1 artinya perlu dilakukan pengurangan jumlah alat angkut, jika tidak dilakukan pengurangan alat angkut akan menyebabkan antrian di *front loading* yang akan menghambat kegiatan
produksi. Untuk lebih jelasnya mengenai kombinasi alat mekanis dari analisa penulis dapat dilihat perhitungan pada lampiran dan hasilnya pada tabel-15.

Tabel-15. Produktivitas Setelah Perbaikan Masalah

Fleet	Alat	Sebelum Perbaikan				Setelah Perbaikan			
		Pengisian *Bucket* (n)	Jumlah alat	MF	Produktiivitas (bcm/ bulan)	Pengisian *Bucket* (n)	Jumlah alat	MF	Produktiivitas (bcm/ bulan)
1	*Excavator* Doosan 500 LCV	-	1	1,22	16.161	-	1	1,03	19.900
	Dump Truck Hino 500	4	6		20.649	5	4		21.302
2	*Excavator* CAT 329 D	-	1	1,23	16.504	-	1	1,09	20.321
	Dump Truck Hino 500	3	6		21.213	5	3		21.668

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah :

1. Pada PT Akat Srida Amri untuk pengupasan *overburden* dibagi menjadi 2 *fleet*, masing – masing *Fleet* menggunakan 1 alat gali muat dan 6 alat angkut dengan *Match Factor* pada *fleet* 1 adalah 1,22 dan *fleet* 2 adalah 1,23. Target produksi *fleet* 1 adalah 19.656 (bcm/bulan) dan *fleet* 2 adalah 20.000 (bcm/bulan). Produktivitas alat angkut dan alat muat berdasarkan perhitungan aktual untuk pengangkutan *overburden* adalah :
   a. Produktivitas *excavator* Doosan LCV 500 sebesar 15.099,56 bcm/bulan.
   b. Produktivitas *excavator* CAT 329D sebesar 15.468 bcm/bulan.
   c. Produktivitas 6 *dump truck* Hino 500 FM260TI pada *fleet* 1 sebesar 19.250,41 bcm/bulan)
   d. Produktivitas 6 *dump truck* Hino 500 FM260TI pada *fleet* 2 sebesar 19.855,38 bcm/bulan.
2. Beberapa indikasi faktor penyebab tidak tercapainya target produksi, yaitu kondisi cuaca yang sering hujan, tidak serasinya komposisi alat mekanis (*match factor*), efisiensi kerja rendah, banyaknya waktu tunggu pada alat angkut dan geometri jalan angkut (Lebar jalan, *Grade* jalan dan *Cross slope*) yang tidak memenuhi standar.
3. Kombinasi alat mekanis berdasarkan pada *fleet* dimana pada *fleet* 1 menggunakan 1alat gali muat dan 4 alat angkut dengan nilai *match factor* 1,03. Pada *fleet* 2 menggunakan 1 alat gali muat dan 3 alat angkut dengan *match factor* 1,09.
4. Setelah dilakukan perbaikan factor penghambat produksi, diperoleh produktivitas alat mekanis :
   a. Pada *fleet 1,* produktivitas *excavator* CAT 329D sebesar 19.900 bcm/bulan dan produktivitas 4 *dumptruck* Hino 500 FM260TI 21.302 bcm/bulan.
   b. Pada *fleet 2,* produktivitas *excavator* Doosan LCV 500 sebesar 20.321 bcm/bulan dan produktivitas 3 *dumptruck* Hino 500 FM260TI 21.668 bcm/bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT Akat Srida Amri yang telah memfasilitasi penulis baik dalam proses pengambilan data primer dan sekunder dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Winarno E, Inmarlinianto, Suretno A. Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara di PT Mandiri Intiperkasa, Kalimantan Utara. J Teknol Pertamb. 2018;4(2):144–53.

[2] Agung M, Wahab W, Firdaus F. Analisis Kebutuhan Alat Gali dan Angkut Pada Blok Ulin PT Indrabakti Mustika Kec. Langgikima Kab. Konawe Utara. Geomining. 2020;1 (3):79–88.

[3] Wijaya AR, Mukiat D. Kinerja Alat Muat dan Angkut Pada Pengupasan Overburden PT Bumi Merapi Energi. J Pertamb. 2019;3 (4):9–17.

[4] Ilham S, Rifandy A. Kajian Produksi Material Batuan Penutup (Overburden) Pada PT Kaltim Batumanunggal Kbupaten Kutai Kartanegara

Kalimantan Timur. J Geol Pertamb. 2020;26 (2).

[5] Indonesianto Y. Pemindahan Tanah Mekanis. Yogyakarta: Seri Tambang Umum, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN " Veteran" Yogyakarta; 2014.

[6] Ilahi R. Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 di Pit Bankp Barat PT Bukit Asam (Persero)Tbk. J ilmu Tek. 2014;2 (3).

[7] Oemati N, Revisdah R, Rahmawati R. Analisa Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden). J Bear UM-Palembang. 2020;6 (3).

[8] Anisari R. Keserasian Alat Muat dan Angkut Untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup Pada PT Adaro Indonesia Kalimantan Selatan. J Poros Tek. 2012;4 (1).

[9] Rifandy A, Hefni. Kajian Teknis Geometri Jalan Hauling pada PT Guruh Pitra Bersama site Desa Gunung Sari, Kecamatan Tabang, Kabupaten Kutai Kartanegara. J Geol Pertamb. 2016;1:12–25.

[10] Aldiyansyah, Husain J., Nurwaskito A. Analisis Geometri Jalan di Tambang Utara Pada PT Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Selatan. J Geomine. 2016;4 (2):71–5.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.13028