ANALISIS OPTIMALISASI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI OVERBURDEN DI PIT 2A PT. FONTANA RESOURCES INDONESIA, KALIMANTAN TENGAH

Bagas Brillyant Umara Putra[1], Lakon Utamakno[2], Esthi Kusdarini[3]
[1]Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Abstak

PT. Fontana Resources Indonesia adalah suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang penambangan batubara. Perusahaan ini berlokasi di Desa Butong, Kecamatan Teweh Selatan, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. Sistem penambangan yang digunakan oleh perusahaan adalah sistem tambang terbuka dengan metode penambangan *open pit*. Kegiatan pengupasan tanah penutup pada pit 2A di blok B06S04 menggunakan kombinasi 1 alat muat berupa *Excavator Volvo EC – 750E* dan 4 alat angkut berupa *Articulated Dump Truck Volvo A40F*. Blok B11S04 menggunakan kombinasi 1 alat muat *Excavator Volvo EC – 750E* dan 4 alat angkut *Articulated Dump Truck Volvo A40G*. Pada bulan Oktober 2018 total produksi aktual pada blok B06S04 dan B11S04 adalah 302.400 BCM/bulan sedangkan target produksi perusahaan sebesar 344.000 BCM/bulan sehingga target produksi overburden belum tercapai. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui keserasian antara alat muat dan alat angkut; menganalisis faktor yang menghambat produktivitas alat muat dan alat angkut; mengaplikasikan langkah-langkah untuk mengoptimalkan produktivitas alat muat dan alat angkut; dan mengetahui produktivitas alat angkut setelah dilakukan perbaikan faktor penghambat. Faktor yang menyebabkan target produksi tidak tercapai diantaranya kondisi dan geometri jalan yang belum maksimal. Setelah dilakukan analisis perbaikan kondisi dan geometri jalan dengan memperbaiki lebar jalan lurus dan miring, jari-jari tikungan, *superelevasi*, *crosslope*, *grade*, dan *rolling resistance* maka diperoleh peningkatan produktivitas alat angkut pada blok B06S04 dan B11S04 menjadi 347.265 BCM/bulan.
Kata Kunci : Alat angkut, alat muat, geometri jalan, produktivitas

Abstract

Fontana Resources Indonesia Ltd is a company of coal mining which is located in Butong Village, South Teweh District, North Barito Regency, Central Kalimantan. This company employs quarry mining system with open pit mining method. The activity of overburden at pit 2A Block B06S04 uses the combination of one Excavator Volvo EC – 750E and four dump trucks named Articulated Dump Truck Volvo A40F. Meanwhile, Block B11S04 uses the combination of one Excavator Volvo EC – 750E and four dump trucks named Articulated Dump Truck Volvo A40G. In October 2018, the total actual production at Block B06S04 and B11S04 was 302,400 BCM/month, whereas the production target of company was 344,000 BCM/month. Thus, the target of overburden production was not achieved. This research aimed at investigating the combination of dump truck and excavator, analyzing factors hindering the productivity of dump truck and excavator, implementing some phases to optimize the productivity of both equipment, and investigating the productivity of dump truck after improving the barrier factors. Basically, factors causing the underachievement of production target were less optimum road geometry and condition. Some improvements must be undergone on the road geometry and condition such as improving the width of straight and tilt roads, turn radius, super elevation, cross slope, grade, and rolling assistance. After conducting the analyses on those improvements, the productivity of dump truck at Blocks B06S04 and B11S04 can be increased to 347,265 BCM/month.

Keywords: dump truck, excavator, road geometry, productivity.

1. Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan suatu negara yang kaya akan sumber daya alam. Salah satu sumber daya alam yang melimpah yaitu batubara. PT. Fontana Resources Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dengan menggunakan sistem penambangan tambang terbuka dengan metode penambangan *open pit* yang terletak di Desa Butong, Kecamatan Teweh Selatan, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. Sebelum penambangan batubara dilakukan maka dilakukan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) terlebih dahulu. Untuk pengupasan *overburden* tentunya dibutuhkan alat-alat mekanis. Untuk mencapai target produksi overburden suatu perusahaan tentunya

* Korespodensi Penulis:(Bagas Brillyant Umara Putra) Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Suarabaya, Jalan Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117, Jawa Timur
E-mail: bagasbrillyant11@gmail.com
HP : 0813 3901 9698

.dibutuhkan keserasian antara alat muat dan alat angkut. Penelitian ini hanya meneliti pada blok B06S04 dan B11S04 di pit 2A pada bulan Oktober 2018.

Pada blok B06S04 dan B11S04 di Pit 2A PT. Fontana Resources Indonesia menggunakan total 2 *Excavator* dan 8 *Articulated Dump Truck* untuk pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*), dengan rincian pada blok B06S04 menggunakan alat muat *Excavator Volvo EC – 750E* yang disewa dari mitra kerja PT. Fontana Resourceses Indonesia yaitu PT. Intraco Penta Prima Service (IPPS) yang bergerak dibidang kontraktor alat berat. Sedangkan alat muat yang digunakan yaitu 4 unit *Articulated Dump Truck Volvo A40F* yang juga disewa dari PT. Intraco Penta Prima Service (IPPS). Untuk blok B11S04 menggunakan 1 alat muat dan 4 alat angkut *Excavator Volvo EC – 750E* dan *Articulated Dump Truck Volvo A40G* milik PT. Fontana Resources Indonesia.

Pada dasarnya PT. Fontana Resources Indonesia menggunakan kombinasi 1 *excavator* dan 4 *Articulated Dump Truck* pada tiap *fleet* . Tetapi kombinasi tersebut dapat berubah tergantung dengan kondisi di lapangan, misalkan pada saat *Ariculated Dump Truck* mengalami kerusakan (break down). Tetapi pada kenyataan dalam proses penambangan dilapangan, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan produksi terhambat sehingga target produksi overburden yang telah ditentukan perusahaan tidak tercapai. Terbukti pada kenyataan dilapangan pada bulan oktober 2018 pada blok B06S04 dan B11S04 jumlah produksi overburden pada blok B06S04 sebesar 187.200 BCM/bulan sedangkan pada blok B11S04 sebesar 115.200 BCM/bulan dengan total produksi bulan Oktober 2018 sebesar 302.400 BCM/bulan sedangkan targer produksi overburden perusahaan bulan Oktober 2018 sebesar 340.000 BCM/bulan. Maka dari itu dapat diketahui bahwa target produksi overburden pada bulan Oktober 2018 tidak tercapai.

Oleh karena itu dilakukan penelitian yang berjudul "Analisis Optimalisasi Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi Overburden di Pit 2A PT. Fontana Resources Indonesia, Kalimantan Tengah". Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keserasian kerja dan produktivitas aktual alat muat dan alat angkut, menganalisis faktor-faktor penyebab terhambatnya produktivitas alat muat dan alat angkut, mangaplikasikan langkah-langkah yang diperlukan guna mencapai target produksi overburden, dan menghitung produktivitas alat muat dan alat angkut setelah dilakukan perbaikan faktor penghambat. Penelitian ini lebih berfokus pada perbaikan kondisi dan geometri jalan angkut untuk perbaikan faktor penghambat tercapainya target produksi.

Tinjauan Pustaka

Geologi Regional

Secara fisiografi daerah penelitian terletak di Zona Lembar Buntok. Stratigrafi daerah penelitian termasuk dalam Cekungan Barito. Batuan Tersier yang membagi stretigrafi Cekungan barito dimulai dari tua ke muda yaitu : Satuan Pra Tersier, Formasi Tanjung, Formasi Berai, Formasi Warukin, dan Formasi Dahor. Daerah penelitian termasuk kedalam Formasi Warukin Atas yang terdiri dari litologi batu pasir kasar-sedang, sebagian konglomerat, sisipan lanau, serpih dan batubara.

2. Metode Penelitian

Objek Penelitian

Berbagai objek yang menjadi fokus penelitian meliputi unsur-unsur geomorfologi, struktur geologi, produktivitas, kondisi dan geometri jalan angkut, curah hujan, dan Jam kerja.

Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut

Produktivitas alat muat dan alat angkut sangat penting dalam proses penambangan. Penentuan produktivitas alat mekanis harus diperhitungkan untuk mencapai target produksi yang diinginkan. Persamaan produktivitas alat muat dan alat angkut yaitu :

A. Alat Gali Muat

$$Pgm = \frac{3600}{Ctm} \times Cb \times Ff \times Sf \times Eff \qquad (1)$$

Keterangan :
Pgm = Produksi per jam (ton/jam)
Ctm = Cycle time excavator (sec)
Cb = Kapasitas Bucket (ton)
Ff = Bucket Fill Factor
Sf = Sweel Factor

B. Alat Angkut

$$Pgm = \frac{3600}{Cta} \times n \times Cb \times Ff \times Sf \times Eff \qquad (2)$$

Keterangan :

Pgm = Produksi per jam (ton/jam)
Cta = Cycle time dump truck (sec)
Cb = Kapasitas Bucket (ton)
Ff = Bucket Fill Factor
Sf = Sweel Factor
N = Jumlah Alat

Bucket Fill Factor

Bucket fill factor adalah perbandingan antara kapasitas nyata muat dengan kapasitas baku alat muat yang dinyatakan dalam persen. Semakin besar faktor

pengisian maka semakin besar pula kemampuan nyata dari alat tersebut. Persamaan *bucket fill factor* yaitu sebagai berikut :

$$FP = \frac{Vb}{Vd} \text{ X } 100\% \quad (3)$$

Keterangann :
Fp : Faktor pengisian
Vb : Kapasitas nyata alat muat (m^3)
Vd : Kapasitas teoritis alat muat (m^3)

Swell Factor

Pengembangan dan penyusutan material adalah perubahan yang berupa penambahan atau pengurangan volume material, apabila material tersebut diganggu dari bentuk aslinya (digali, diangkut atau dipadatkan).
Untuk menghitung *swell factor* digunakan rumus :

$$SF = \frac{V\ insitu}{V\ loose} \text{ X } 100\% \quad (4)$$

Keterangan :
V insitu = volume material dalam keadaan asli (BCM (*Bank Cubic Meter*))
V loose = volume material dalam keadaan lepas (LCM (*Loose Cubic Meter*))

Cycle Time

Waktu edar adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis baik alat muat maupun alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi (Prodjosumarto, 1995).

A. Waktu Edar Alat Gali

Terdiri dari menggali, mengayun bermuatan, menumpah, mengayun dengan muatan kosong. Waktu edar alat gali-muat dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$CTm = DgT + SLT + Dpt + SET \quad (5)$$

CTm : Waktu Edar Alat muat (detik)

DgT : Waktu penggalian (detik)

SLT : Waktu ayun bermuatan (detik)

Dpt : Waktu penumpahan material (detik)

SET : Waktu ayun kosong (detik)

B. Waktu edar alat angkut

Terdiri dari waktu diisi hingga penuh oleh alat muat, mengangkut dengan bak penuh, mengambil posisi untuk penumpahan,menumpahkan material, kembali ke front dengan muatan kosong dan mengambil posisi untuk diisi kembali. Waktu edar alat angkut dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$CTa = LT + HLT + SDT + DT + RT + SLT \quad (6)$$

Keterangan :

Cta : Waktu edar alat angkut (detik)

LT : Waktu pemuatan material (detik)

HLT = Waktu pergi bermuatan (detik)

SDT= Waktu manuver sebelum menumpah (detik)

DT = Waktu menumpahkan material (detik)
RT = Waktu kembali tanpa muatan (detik)
SLT= Waktu manuver sebelum dimuati (detik)

C. **Waktu Kerja**

Merupakan waktu yang telah ditentukan atau dijadwalkan oleh suatu perusahaan untuk bekerja penuh. Jika waktu kerja yang telah diberikan sudah diperhitungkan, maka besar kemungkinan produktivitas juga akan menjadi efisien

D. Waktu Kerja Efektif

merupakan waktu kerja sesungguhnya yang digunakan untuk melakukan operasi penambangan batubara, karena pada nyatanya tidak semua waktu kerja yang telah disediakan oleh perusahaan benar-benar digunakan secara optimal oleh para operator dan alatnya untuk beroperasi.

$$Eff = \frac{Waktu\ Kerja\ Efektif\ (We)}{Waktu\ Tersedia\ (T)} \text{ X } 100\% \quad (7)$$

Keterangan :

Eff : Efisiensi Kerja
We : Waktu KerjaEfektif
T : Waktu Tersedia

E. Keserasian Kerja Alat Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

merupakan suatu faktor penting yang digunakan dalam penentuan jumlah alat angkut maupun jumlah alat gali, agar terjadi sinkronisasi kerja. *Match Factor* juga merupakan faktor keselarasan kerja antara alat gali muat dengan alat angkut (Hartman, 1992).

$$FK = \frac{n\ x\ Nh\ x\ Cl}{Nl\ x\ Ch} \quad (8)$$

Keterangan :

FK = Faktor Keselarasan (*Match Factor*)
n = Jumlah pengisian bucket
Nh = Jumlah dump truck

Cl = Waktu edar excavator
Nl = Jumlah excavator
Ch = Waktu edar dump truck

F. Geometri Jalan Angkut

Lebar Jalan Angkut

Fungsi jalan adalah untuk menunjang operasi tambang terutama dalam kegiatan pengangkutan. Secara geometri yang perlu diperhatikan dan dipenuhi dalam penggunaan jalan angkut :

Lebar jalan angkut pada jalan lurus

Lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus dapat dihitung dengan persamaan :

$$L_{(m)} = n \times W_t + (n + 1)(1/2 \times W_t) \quad (9)$$

Keterangan :
L(m) = lebar minimum jalan angkut (m)
n = jumlah jalur
W(t) = lebar alat angkut (m)

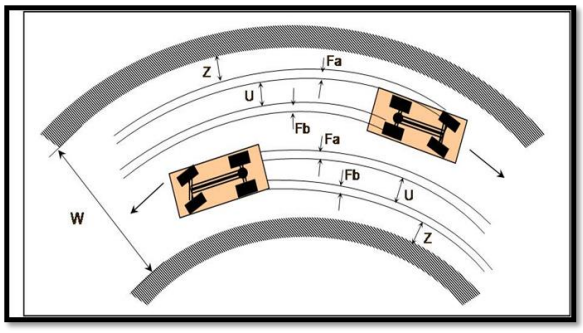
Lebar jalan angkut pada tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari pada jalan lurus. Untuk lebar minimum jalan angkut pada tikungan pada jalur ganda dapat dihitung dengan persamaan :

$$W = 2 (U + Fa + Fb + Z) + C \quad (10)$$

$$Z = \frac{U+Fa+Fb}{2} \quad (11)$$

Dimana :
W = lebar jalan angkut pada tikungan (m)
U = jarak jejak roda (m)
Fa = lebar juntai depan (m)
Fb = lebar juntai belakang (m)
Z = lebar bagian tepi jalan (m)
C = total lateral clearance (m)



(Sumber : Partanto Prodjosumarto,1993)
Gambar 2.1
Lebar Jalan Minimum Pada Tikungan

Jari-Jari Tikungan dan *Superelevasi*

A. Jari-Jari Tikungan

Radius tikungan jalan angkut merupakan jari-jari lintas perlengkungan yang dibentuk oleh alat angkut pada saat membelok. Jari-jari tikungan jalan angkut berhubungan dengan konstruksi alat angkut yang digunakan, khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang. Besarnya jari-jari belokan minimum pada jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Awang Suwandhi, 2004)

$$R = \frac{V^2}{127(e.f)} \quad (12)$$

Dimana :

E = *Superelevasi* (mm/m)
f = Friction Factor
V = Kecepatan rencana kendaraan (Km/jam)
R = Jari-jari tikungan (m)

B. *Superelevasi*

Gaya sentripetal ditimbulkan oleh *superelevasi* yaitu kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian.

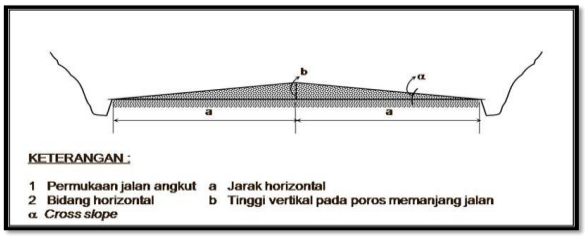
$$e + f = \frac{V^2}{127R} \quad (13)$$

Keterangan :

E = *Superelevasi* (mm/m)
f = Koefisien gesekan melintang maksimum
V = Kecepatan kendaraan (Km/jam)
R = Jari-jari tikungan (m)

Kemiringan Melintang *(Cross Slope)*
Merupakan sudut bentukan dari dua sisi permukaan jalan pada bidang horizontal.

Angka *cross slope* dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal (b) dan horizontal (a) dengan satuan mm/m atau m/m^2. Jalan angkut yang baik memiliki *cross slope* antara 1/50 sampai 1/25 atau 20 mm/m sampai 40 mm/m.



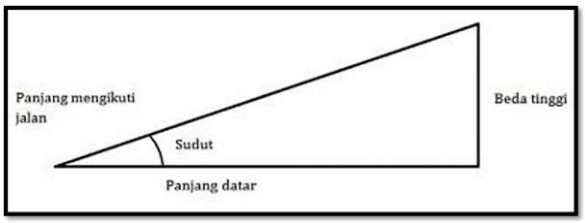
(Sumber : A. Suwandhi, 2004)

Gambar 2.2
Kemiringan Melintang *(Cross Slope)*

Kemiringan Jalan Angkut *(Grade)*

Kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam (%).

Kemiringan jalan angkut dapat dilihat pada (Gambar 2.3)



(Sumber : Ir. Yanto Indonesianto, 2005)

Gambar 2.3
Kemiringan Jalan Angkut *(Grade)*

Kemiringan jalan angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut : (Ir. Yanto Indonesianto, 2005)

$$Grade\ (a) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \qquad (14)$$

Keterangan :

Δh = Beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)
Δx = Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir : (Awang Suwandhi, 2004)

$$Rp1 = w \times RR \qquad (15)$$

Keterangan :

Rp1= Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir
W = Berat kendaraan bermuatan (ton)
RR = tahanan gulir (lb/ton)

Sedangkan rimpull untuk mengatasi tanjakan adalah sebesar 20 lb/ton untuk setiap 1% kemiringan tanjakan per ton berat kendaraan. Besar rimpull yang dibutuhkan untuk mengatasi tanjakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut : (Nurhakim, 2004)

$$Rp2 = w \times Rpt \times G \qquad (16)$$

Keterangan :

Rp2 = Rimpull untuk mengatasi tanjakan
W = Berat kendaraan bermuatan (ton)
Rpt = 20 lb/ton/%
G = Kemiringan (%)

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.
Arah Tahanan Gulir

Secara teoritis nilai dari tahan gelinding dapat ditentukan dengan persamaan :

$$RR = w \times R \qquad (17)$$

Dimana :

RR = Tahanan gelinding
W = Berat kendaraan (lb/ton)
R = Koefisien tahanan gelinding

Grade Resistance

Besarnya GR tergantung pada kemiringan jalan (%) dan berat kendaraan tersebut (ton). Besarnya nilai GR dinyatakan rata-rata 20 lb dari rimpull untuk setiap gross berat kendaraan beserta muatannya pada setiap kemiringan 1%.

Coeficient of Traction

Coeficient of Traction adalah suatu faktor yang menunjukkan berapa bagian dari seluruh berat kendaraan tersebut pada ban atau truck yang dapat dipakai untuk menarik atau mendorong kendaraan.

Besarnya harga *coeficient of traction* tergantung pada :

a) Keadaan ban atau truck, yaitu keadaan dan bentuk kembangan ban.
b) Keadaan jalan (basah/kering, keras/lunak. Bergelombang/rata).

c) Berat kendaraan bermuatan yang diterima oleh roda.

Besarnya harga *coeficient of traction* untuk macam-macam keadaan jalan dapat dilihat pada (Tabel 2.1)

Tabel 2.1
Coeficient of Traction untuk Berbagai Kondisi Jalan

Kondisi Jalan	Ban Karet (%)
Jalan kering dan keras	80 - 100
Jalan tanah liat kering	50 - 70
Jalan tanah liat basah	40 - 50
Jalan berpasir basah dan berkerikil	30 - 40
Jalan berpasir kering yang terpisah/terpencar	< 30

(Sumber : Partanto Prodjosumarto, 1993)

Rimpull

Rimpull merupakan besarnya kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin atau alat tersebut kepada permukaan roda atau ban penggeraknya yang menyentuh permukaan jalan angkut. Besarnya harga atau nilai rimpull dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Rimpull

$$\frac{HP\ Kendaraan\ x\ 375\ x\ Efisiensi\ Mekanis}{Kecepatan\ (mph)}$$

***Aceleration* (Percepatan)**

Merupakan waktu yang diperlukan untuk mempercepat kendaraan dengan menggunakan rimpull yang tidak dipergunakan untuk menggerakkan kendaraan pada jalur tertentu.

a) Berat kendaraan, semakin berat kendaraan maka waktu yang dibutuhkan semakin besar untuk mempercepat kendaraan.
b) Kelebihan rimpull, semakin banyak rimpull yang berlebih maka akan semakin cepat kendaraan dipercepat.
c) Kemiringan jalan angkut (*Grade*) yang dilalui.
d) Ketinggian daerah dari permukaan laut.

3. Hasil Dan Pembahasan

Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut Aktual

Dari hasil pengamatan dan data-data yang telah diambil, maka dapat dihitung produktivitas alat mekanis sebagai berikut :

Hasil perhitungan total produktivitas *Excavator Volvo EC – 750E* pada Pit 2A dapat dilihat pada (Tabel 3.1)

Tabel 3.1
Produktivitas Alat Muat Aktual

Blok	Jenis Alat	Produksi BCM/hari
B06S04	*Excavator Volvo EC – 750E*	7.785
B11S04	*Excavator Volvo EC – 750E*	7.289
Total		15.074

(Sumber : Pengolahan Data, 2018)

Tabel 3.2
Produktivitas Alat Angkut Aktual

Blok	Unit	Jenis Alat	Produksi BCM/hari
B06S04	4	*Articulated Dump Truck Volvo A40F*	6.240
B11S04	4	*Articulated Dump Truck Volvo A40G*	3.840
Total			10.080

(Sumber :Pengolahan Data, 2018)

Keserasian dan Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut

Match factor yang diperoleh dari kombinasi alat muat dan alat angkut di setiap blok PT. FRI masih belum serasi karena kejadian di aktual di lapangan alat muat masih belum bekerja 100% . Untuk itu diperlukan penambahan jumlah alat angkut agar match factor pada setiap blok meningkat. Pada blok B06S04 diperlukan penamnbahan alat angkut *ADT Volvo A40F* sebanyak 1 unit sedangkan pada blok B11S04 diperlukan penambahan *ADT Volvo A40G* sebanyak 3 unit, peneliti merekomendasikan penambahan alat angkut untuk peningkatan keserasian kerja, tetapi semua keputusan kembali lagi ke perusahaan yang bersangkutan.

Faktor yang Menghambat Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut

Produktivitas alat muat dan alat angkut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain keserasian alat muat dan alat angkut, geometri jalan, waktu kerja efektif, dan kesediaan alat.

Langkah-Langkah Optimalisasi Produksi Aktual

Geometri jalan yang dibahas pada penelitian ini meliputi lebar jalan angkut pada jalan lurus dan tikungan, jari-jari tikungan dan *superelevasi*, *cross slope*, *grade* jalan, dan *rolling resistance*.

A. Lebar Jalan Angkut

Lebar Jalan Angkut Pada Jalan Lurus

Semakin lebar jalan angkut yang digunakan maka operasi pangangkutan akan semakin aman dan lancar. Lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus yaitu 12 m untuk 2 jalur dan 7 m untuk 1 jalur. Terdapat beberapa segmen yang belum mencapai lebar jalan lurus minimum yaitu pada segmen L dengan lebar 9,7 m untuk 2 jalur.

Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada pada tikungan juga sangat penting dalam pengoptimalan produktivitas alat angkut. Lebar jalan angkut minimum yang diperoleh di PT. FRI adalah 21 m untuk 2 jalur dan 12,5 m untuk 1 jalur.

B. Jari-Jari Tikungan dan *Superelevasi*

Perbaikan rencana jari-jari tikungan mengacu pada teori (Silvia Sukirman , 1999) dengan kecepatan rencana alat angkut sebesar 30 Km/jam adalah 0,1725 sehingga diperoleh lebar jari-jari minimum sebesar 33,5 m (Awang Suwandhi, 2004). Untuk nilai *superelevasi* berdasarkan teori (T. Atkinson D.I.C) pada kondisi jalan kering, nilai *superelevasi* memiliki nilai maksimum 40 mm/m.

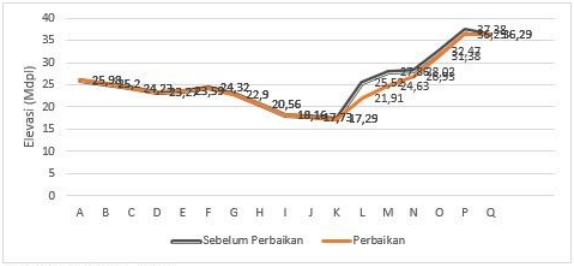
C. Kemiringan Melintang *(Cross Slope)*

Cross slope yang baik digunakan pada jalan angkut yaitu 40 mm/m dimana setiap 1 meter jarak mendatar terdapat beda tinggi sebesar 40 mm atau 4 cm (Awang Suwandhi, 2004). Sehingga jalan angkut PT. FRI yang mempunyai lebar minimum 12 cm (dua jalur) memiliki beda ketinggian pada poros jalan sebesar 24 cm.

D.Kemiringan Jalan (*Grade*)

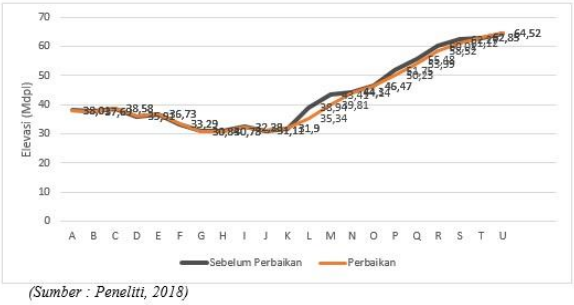
Pada grade yang terdapat pada jalan angkut yang menghubungkan front penambangan dengan disposal area PT. FRI memiliki nilai grade yang bervariasi mulai dari 0% - 14,3% (Ir. Yanto Indonesianto, 2005). Perbaikan grade jalan yang perlu dilakukan adalah pada segmen K – L jalur 1 menjadi 7,9% dan pada segmen K – L dan O – P pada jalur 2 menjadi 7,40%.

Kemiringan (*Grade*) Jalan Angkut dari front menuju disposal area juga dapat di lihat tampak samping melalui grafik berikut (Gambar 3.1) dan (Gambar 3.2) :



(Sumber : Peneliti, 2018)

Gambar 3.1
Grafik *Grade* Tampak Samping Dari Blok B06S04 Menuju Disposal Timur



(Sumber : Peneliti, 2018)

Gambar 3.2
Grafik *Grade* Tampak Samping Dari Front Menuju Disposal Utara

Perbandingan *cycle time* aktual dengan simulasi perubahan *rolling resistance* dan *grade* dapat dilihat pada (Tabel 3.3) dan (Tabel 3.4)

Tabel 3.3
Perbandingan *Cycle Time ADT Volvo A40F* Aktual dan Simulasi RR 100 lb *Grade* 4.70% pada Blok B06S04

Cycle Time	Aktual (menit)	RR 100 *Grade* 4.70% (menit)
Manuver Parkir	0.37	0.37
Memuat	1.21	1.21
Angkut	2.28	2.28
Manuver Parkir	0.4	0.4
Manuver Tumpah	0.29	0.29
Manuver Kosong	0.13	0.13
Kembali Kosong	1.8	1.23
Delay	0.41	0.41
Total	6.89	6.37

(Sumber : Pengolahan Data, 2018)

Tabel 3.4

Perbandingan *Cycle Time ADT Volvo A40G* Aktual dan Simulasi RR 100 lb *Grade* 4.67% pada Blok B11S04

Cycle Time	Aktual (menit)	RR 100 *Grade* 4.67% (menit)
Manuver Parkir	0.43	0.43
Memuat	1.17	1.17
Angkut	3.86	2.88
Manuver Parkir	0.4	0.4
Manuver Tumpah	0.3	0.3
Manuver Kosong	0.14	0.14
Kembali Kosong	3.15	2.02
Delay	0.34	0.34
Total	9.79	7.68

(Sumber : Pengolahan Data, 2018)

Tabel 3.5
Perbandingan Produktivitas Aktual Dengan Simulasi

ADT Volvo A40F (Blok B06S04)	Kondisi	Unit	Produktivitas (BCM/hari)	Produktivitas (BCM/bulan)
	Aktual	4	6240	187.200
	Simulasi	4	6707,5	201.225
ADT Volvo A40G (Blok B11S04)	Kondisi	Unit	Produktivitas (BCM/hari)	Produktivitas (BCM/bulan)
	Aktual	4	3840	115.200
	Simulasi	4	4.868	146.040

(Sumber : Pengolahan Data, 2018)

4. Kesimpulan

1. Pada seluruh front penambangan *match factor* yang diperoleh < 1 yang artinya alat muat bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut bekerja 100%, sehingga terjadi waktu tunggu bagi alat muat. Total produksi pada dua blok sebesar 302.400 BCM/bulan.

2. *Match factor* pada tiap front penambangan masih belum serasi atau belum mencapai nilai 1, waktu kerja efektif yang terlalu kecil sehingga produksi menjadi berkurang, terlalu banyak alat mekanis yang mengalami kerusakan (*breakdown*) sehingga membutuhkan waktu perbaikan, kondisi dan geometri jalan angkut yang belum maksimal.

3. Jadi untuk lebar jalan lurus minimum 2 jalur yaitu 12 m, maka beda tinggi titik pusat dengan titik tepi jalan adalah 24 cm. *Grade* yang perlu dilakukan perbaikan yaitu pada segmen K-L jalur 1 menjadi 7,9% dan segmen K-L dan O-P pada jalur 2 menjadi 7,4%. *Grade total* yang terdapat pada blok B06S04 yaitu 4,70%, blok dan blok B11S04 yaitu 4,67%. *Rolling resistance* yang diperoleh menurut ahli adalah sebesar 100 lb/ton yaitu jalan yang kurang terpelihara perlu dilakukan pemeliharaan dengan baik sehingga *rolling resistance* bisa lebih baik.

4. Produktivitas alat angkut berdasarkan analisa rimpull menjadi 347.265 BCM/bulan, sehingga sudah memenuhi target produksi perusahaan.

Daftar Pustaka

American Association of State Highway and Transformation Officials (ASSHTO). 1990. Manual Rulai Highway. *Perencanaan Design Jalan Angkut*.

Eugene. P, Pfeeilder 1972, *Surface Mining 1 Edition*, The American Intitute Of Mining, Metallurgical and Petroleum Enggineers, New York

Howard L. Hartman, 1992, *Introductory Mining Enggineering*, The University of Alabama

Komatsu, 2015, *"Specifications & Application Handbook Edition31*", Komatsu, Ltd, Japan.

Nurhakim. 2004. *Tambang Terbuka (Sistem Penyaliran)*. Program Studi Tekni Pertambangan : Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru

Indonesianto, Y. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Yogyakarta.

Prodjosumarto, Partanto. 1993. *Jalan Angkut Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung.

Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometri Jalan*. Bandung : Nova