

KAJIAN TEKNIS PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT HINO FM 260 JD PADA PENAMBANGAN GALENA PT KAPUAS PRIMA COAL, TBK KABUPATEN LAMANDAU PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Stefanus Ais Fatmi Sitanger¹, Syahrudin², M. Khalid Syafrianto³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

^{2,3}Dosen, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

E-mail : stefanusais@gmail.com

Abstrak

PT Kapuas Prima Coal merupakan perusahaan dalam kegiatan penambangan galena, Target produksi perusahaan sebesar 220 ton/jam. maka perlu analisis pengaruh efisiensinya. Untuk kegiatan gali-muat menggunakan Backhoe Excavator Doosan 340 LC-V dan alat angkutnya Dump Truck Hino 500 FM 260 JD mengangkut galena ke Stockyard. Metode digunakan dalam penelitian menggunakan metode deskriptif dengan mengolah data waktu kerja efektif dan produktivitas. Tahapan penelitian dimulai dari studi pustaka pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, kesimpulan dan saran. Hasil perhitungan produktivitas adalah 208,56 ton/jam sedangkan target perusahaan adalah 220 ton/jam, hal ini disebabkan waktu kerja efektif tidak digunakan sebaik-baiknya. Sehingga efisiensi kerja juga menurun. Setelah dioptimalisasi dari hasil sebelumnya produktivitas yang 208,56 ton/jam meningkat menjadi 233,475 ton/jam sehingga target produksi tercapai.

Kata kunci: Galena, Efektivitas dan efisiensi kerja, Stockyard, Produktivitas alat

Abstract

PT Kapuas prima coal is a company engaged in galena mining activities, the production target of which the company wants is 220 tons / hour. So it is necessary to analyze the effect of work efficiency on production results and productivity. Both components have a very important role to achieve the achievement of a company's production target. For excavation activities using Doosan 340 LC-V Backhoe Excavator and transportation equipment, use Hino 500 FM 260 JD Dump Truck to transport galena to stockyard. The methodology used to achieve the objectives of the study by using descriptive methods by processing effective working time data and the productivity. The stages of this study began from the literature study of primary and secondary data collection, data processing, conclusions and suggestions. The results of the current productivity calculation are 208,56 tons / hour , while the target desired by the company is 220 tons /hour, this is because effective working time is not used as well as possible. So that work efficiency also decreases. But after being optimized from the previous results of productivity that was 208,56 tons / hour increased to 233,475 tons / hour so that the bait target productivity was reached. This increases after effective work time is increased so that the time of work efficiency also increases.

Keywords: galena, work effectiveness and efficiency, stockyard, tool productivity.

1. PENDAHULUAN

PT. Kapuas Prima Coal (KPC) merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang pertambangan Galena dengan wilayah penambangan seluas 5,569 Ha yang berada di Desa Bintang Mengalih Kecamatan Belantikan Raya Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah. Sistem penambangan yang di terapkan di PT. Kapuas Prima Coal adalah sitem penambangan bawah tanah (Underground Mining) dengan menggunakan metode cut and fill.

Pertambangan adalah kegiatan, teknologi dan bisnis yang dimulai dari prospeksi, eksplorasi, evaluasi, penambangan, pengolahan, pemurnian, pengangkutan, sampai dengan pemasaran. Tahapan kegiatan penambangan terdiri atas kegiatan yang meliputi pembabatan (Clearing), pengupasan tanah penutup (Stripping), penggalian bahan galian (Mining), pemuatan (Loading), pengangkutan (Hauling) dan penumpahan (Waste dump). Pada kegiatan penambangan, keberadaan dari alat-alat mekanis sangat dibutuhkan untuk keberhasilan suatu operasi penambangan, meningkatkan efisiensi kerja dan produktivitas. Sehingga dalam penggunaannya perlu dilakukan perencanaan secara efektif agar kemampuan alat mekanis dapat digunakan dan dimanfaatkan secara optimal dan efisien.

Untuk mencapai produktivitas yang efektif dan efisien, maka perlu dilakukan kajian dan analisa terhadap faktor – faktor yang berpengaruh pada produktivitas alat angkut di PT. Kapuas Prima coal..

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waktu Edar (Cycle Time)

Waktu edar (cycle time) merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

1. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut (dump truck) pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping, dan waktu kembali kosong. Dapat dinyatakan dalam persamaan, berikut :

$$Ct_a = \frac{Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6}{60}$$

Dengan keterangan sebagai berikut,

- Ct_a = Waktu edar alat angkut, menit
 $Ta1$ = Waktu mengambil posisi untuk siap dimuati, detik
 $Ta2$ = Waktu diisi muatan, detik

- $Ta3$ = Waktu mengangkut muatan, detik
 $Ta4$ = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan, detik
 $Ta5$ = Waktu muatan ditumpahkan (dumping), detik
 $Ta6$ = Waktu kembali kosong, detik

2.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kerja ini akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut :

$$We = Wt - (Wtd + Whd)$$

$$Ek = (We/Wt) \times 100\%$$

Dengan keterangan sebagai berikut,

- We = waktu kerja efektif (menit)
 Wt = waktu kerja tersedia (menit)
 Whd = waktu hambatan dapat dihindari (menit)
 Wtd = waktu hambatan tidak dapat dihindari (menit)
 Ek = efisiensi kerja (%)

Biasanya di lapangan masih terdapat keterlambatan-keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia sehingga, jam kerja efektif berkurang. Hambatan-hambatan yang terjadi selama jam kerja dapat di kelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu :

1. Hambatan Yang Dapat Dihindari

Hambatan yang dapat dihindari merupakan hambatan yang terjadi karena adanya penyimpangan terhadap waktu kerja yang telah dijadwalkan, yang termasuk hambatan yang dapat dihindari adalah sebagai berikut :

a. Terlambat diawal shift

Keterlambatan pada awal shift dikarenakan kurangnya disiplin dari operator, sehingga terlambat datang untuk bekerja.

b. Berhenti bekerja lebih awal

Disebabkan karena berhentinya aktivitas kerja sebelum waktu yang ditentukan, seperti cepat berhenti untuk istirahat dan cepat berhenti kerja untuk pulang.

c. Istirahat lebih lama

Disebabkan kurangnya disiplin dari operator, baik untuk beristirahat maupun keperluan pribadi sehingga melebihi batas waktu yang telah diberikan untuk beristirahat. Hal ini mengakibatkan terlambatnya waktu untuk mulai bekerja pada shift selanjutnya.

d. Keperluan operator

Waktu yang digunakan oleh operator untuk keperluan pribadi misalnya minum atau ke kamar kecil.

e. Delay Time

Waktu yang diperlukan menunggu alat muat lewat.

2. Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari

Hambatan yang tidak dapat di hindari merupakan hambatan yang terjadi pada waktu jam kerja yang menyebabkan hilangnya waktu kerja, yang termasuk dalam hambatan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Hujan dan pengeringan jalan

Waktu yang hilang dikarenakan turunnya hujan. Hujan menyebabkan jalan menjadi licin sehingga kegiatan operasi harus dihentikan dan setelah hujan berhenti dibutuhkan waktu untuk pengeringan jalan.

b. Kerusakan alat (breakdown)

Waktu yang hilang karena adanya gangguan-gangguan tak terduga pada alat, misalnya ban dump truck kempes atau bocor, ban pecah, rem aus dan lainnya sehingga dibutuhkan waktu perbaikan pada alat.

c. Pemeriksaan harian oleh operator

Waktu yang digunakan oleh operator untuk memeriksa alat secara rutin sebelum mulai beroperasi.

d. Pengisian bahan bakar

Waktu yang digunakan alat angkut untuk mengisi bahan bakar pada saat jam kerja.

e. Safety talk

Waktu yang digunakan untuk safety talk atau pembicaraan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebelum melakukan pekerjaan. Safety talk biasanya dilakukan 2 (dua) minggu sekali setelah overshift.

f. Awaiting Other Unit (AOU)

Waktu yang hilang disebabkan alat berhenti beroperasi karena menunggu alat lain atau tidak ada pasangan.

g. No Working Available (NWA)

Waktu yang hilang karena tidak ada pekerjaan tersedia bagi alat tersebut, misal tidak ada operator, tidak ada lokasi, menunggu perintah, atau kejadian lainnya.

h. Travel

Waktu yang dibutuhkan alat untuk berpindah tempat dengan menggunakan tenaga sendiri.

2.3 Kapasitas Alat

Kapasitas alat adalah suatu ukuran volume yang menyatakan berapa besar jumlah material yang dapat diisi, dimuat dan diangkut, baik berupa tanah maupun batu lepas. Ada

beberapa istilah terhadap kapasitas alat angkut, yaitu :

1. Payload capacity

kapasitas muat suatu alat didasarkan pada perhitungan kemampuan alat untuk dimuati (dalam ton). Ada juga yang mengistilahkan dengan payyard capacity.

2. Heaped capacity

kapasitas munjung atau berlebih suatu alat untuk dimuati suatu muatan.

3. Struck capacity

kapasitas peres suatu alat untuk dimuati suatu muatan.

2.4 Keserasian Kerja Alat (*Match Factor*)

Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut maka produksi alat muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat muat dan alat angkut didasarkan pada produksi alat muat dan alat angkut , yang dinyatakan dalam Match Factor. Secara teoritis produksi alat muat haruslah sama dengan produksi alat angkut, sehingga perbandingan antara alat angkut dan alat muat mempunyai nilai. Untuk menghitung match factor (MF) dapat dirumuskan sebagai berikut :

Produksi alat muat = produksi alat angkut

$$MF = \frac{Na \times Ctl}{Nm \times Cta}$$

Dengan keterangan sebagai berikut,

Na = Jumlah alat angkut, unit

Ctl = Waktu edar alat muat untuk mengisi penuh, menit

Nm = Jumlah alat muat, unit

Cta = Waktu edar alat angkut, menit

Adapun cara menilainya :

1. MF < 1

alat muat bekerja kurang dari 100%, sedang alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.

2. MF = 1

alat muat dan angkut bekerja 100%, sehingga tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.

3. MF > 1

alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

2.5 Keadaan Jalan Angkut

Pemilihan alat-alat mekanis untuk transportasi sangat ditentukan oleh jarak yang dilalui. Fungsi jalan adalah untuk menunjang operasi tambang terutama dalam kegiatan

pengangkutan. Geometri jalan yang memenuhi syarat adalah bentuk dan ukuran-ukuran dari jalan tambang itu sesuai dengan tipe (bentuk, ukuran dan spesifikasi) alat angkut yang dipergunakan dan kondisi medan yang ada sehingga dapat menjamin serta menunjang segi keamanan dan keselamatan operasi pengangkutan (Indonesianto, 2005).

Adapun faktor-faktor yang merupakan geometri penting yang akan mempengaruhi keadaan jalan angkut adalah sebagai berikut :

1. Lebar jalan angkut lurus

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai sebagai jalur ganda atau lebih menurut "Aasho Manual Rural High-Way" pada jalan lurus adalah :

$$L_{(m)} = n \cdot W_t + (n + 1)(1/2 \cdot W_t)$$

Dengan keterangan sebagai berikut,

$L_{(m)}$ = lebar minimum jalan angkut, m

n = jumlah jalur

W_t = lebar alat angkut, m

2. Lebar jalan angkut tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar dari pada jalan lurus. Untuk jalur ganda, Perhitungan terhadap lebar jalan angkut pada tikungan dapat menggunakan rumus :

$$W = n(U+Fa+Fb+Z)+C$$

$$W = n(U+Fa+Fb+Z)+Z$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U+Fa+Fb)$$

Dengan keterangan sebagai berikut,

W = lebar jalan angkut pada tikungan, meter

n = jumlah jalur

U = jarak jejak roda kendaraan, meter

Fa = lebar jantai depan, meter

= jarak as roda depan dengan bagian depan truk x $\sin \theta$, meter

Fb = lebar jantai belakang, meter

= jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk x $\sin \theta$, meter

= sudut penyimpangan roda depan

C = jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, meter

Z = jarak sisi luar truk ke tepi jalan, meter

3. Kemiringan jalan angkut (grade)

Kemiringan jalan angkut (grade) merupakan suatu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%) Secara umum kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut besarnya berkisar antar 10% - 18%. Akan tetapi untuk

jalan naik maupun turun pada bukit, lebih aman kemiringan jalan maksimum sebesar 8%.

Perhitungan terhadap kemiringan jalan angkut (grade) dapat menggunakan rumus :

$$\text{Grade}(\%) = \frac{BB'(\text{Beda Tinggi})}{AB(\text{Jarak Datar})} \times 100\%$$

2.6 Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas dari truk dipengaruhi oleh waktu siklusnya. Waktu siklus dump truck terdiri dari waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran muatan, dan waktu perjalanan kembali. Untuk perhitungan produksi per siklus alat angkut dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Q_a = N_a (60/C_t) \times C_a \times S_f \times E, \text{ LCM/Jam}$$

Dengan keterangan sebagai berikut,

Q_a = kemampuan produksi alat angkut, LCM/Jam

N_a = jumlah alat angkut

C_t = waktu edar, menit

C_a = Kapasitas bak alat angkut (m^3)

$$= n \times C_m \times F$$

n = Jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak alat angkut

C_m = kapasitas mangkuk, m^3

F = faktor pengisian

S_f = faktor pengembangan

E = efisiensi kerja, %

2.7 Produktivitas Alat Muat

Produktivitas dari alat muat dipengaruhi oleh waktu siklusnya. Untuk perhitungan produksi per siklus alat muat dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Q_m = (60/C_t) \times C_{am} \times F \times E \times S_f, \text{ LCM/Jam}$$

Dengan keterangan sebagai berikut,

Q_m = Kemampuan produksi alat muat (BCM/jam)

C_t = Waktu edar alat muat sekali pemuatan (menit)

C_{am} = Kapasitas baku mangkuk alat muat (m^3)

F = Faktor pengisian (%)

E = Efisiensi kerja (%)

S_f = Swell factor

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Sehingga dengan adanya suatu metodologi/perencanaan penelitian ini dapat mengarahkan suatu penelitian untuk focus dan mendapatkan hasil yang baik. Dalam skripsi ini desain penelitian memuat beberapa hal, antara

lain lokasi penelitian dan skema diagram alir penelitian.

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Ijin Usaha Pertambangan PT. Kapuas Prima Coal terletak secara administratif pada Desa Bintang Mengalih Kecamatan Belantikan Raya Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah. Secara geografis terletak antara 111° 15' 57" - 111° 19' 22.57" Bujur timur dan 01° 31' 22.4" - 01° 33' 00" Lintang Selatan.

3.2. Skema Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian yang akan diterapkan dalam Metodologi Penelitian ini disusun dengan mengikuti tahapan-tahapan penelitian berikut, dimana menggambarkan penelitian yang akan dilakukan, yaitu:

1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan suatu bagian dari penelitian ini yang bermaksud untuk menyampaikan uraian tentang masalah yang menarik dipandang dari segi keteknikan untuk mendapatkan pemecahan dan penjelasan dari masalah tersebut. Perumusan masalah yang diambil dalam skripsi ini dapat dilihat dari alur pemikiran berikut ini.

Dalam kegiatan penambangan perlu diketahui faktor - faktor yang mempengaruhi produktivitas alat angkut sehingga dapat dianalisa bagaimana cara untuk meningkatkan produktivitas alat angkut agar mencapai target produksi yang telah ditetapkan.

2. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk menambah pengetahuan dan wacana, baik dari buku-buku, makalah-makalah, peraturan-peraturan, jurnal ilmiah, dan belajar dari sumber-sumber yang dapat dipercaya untuk mendalami dan menanggapi masalah-masalah yang berkaitan dengan penulisan skripsi ini.

3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara mengamati, mewawancarai, dan mengukur langsung di lapangan PT Kapuas Prima Coal seperti survei lapangan, data cycle time alat mekanis, pola pemuatan, jenis material yang dimuat, dan lain-lain.

Data sekunder diperoleh dengan mengutip dokumen yang ada pada instansi yang bersangkutan yakni PT Kapuas Prima Coal terkait dengan Produktivitas alat

mekanis seperti data fisik lapangan dan data waktu kerja, kondisi lapangan, kapasitas dan spesifikasi alat mekanis, dan lain-lain.

4. Analisis dan Pengolahan Data

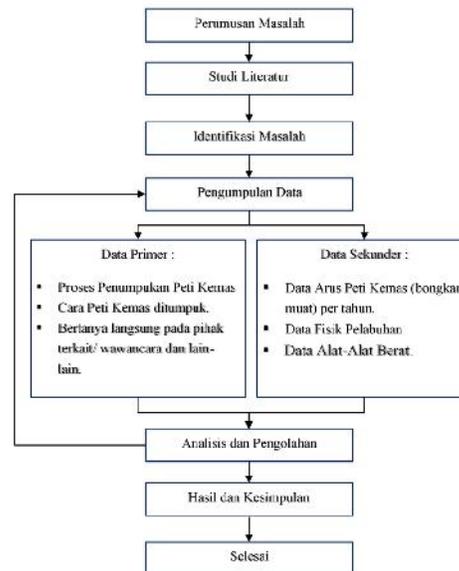
Setelah diperoleh hasil data dari lapangan, baik data primer maupun data sekunder, maka data-data tersebut akan dianalisis. Adapun hasil analisis pada penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas alat angkut

Untuk menganalisis produktivitas alat angkut dengan memerhatikan beberapa faktor, diantaranya peralatan yang digunakan di lapangan, waktu edar alat angkut, waktu kerja alat angkut, dan waktu hambatan alat angkut.

5. Hasil dan Kesimpulan

Setelah menganalisis dan mengolah data-data yang didapat, maka akan mendapatkan hasil akhir yang merupakan tujuan dari penelitian ini. Dari hasil akhir tersebut maka akan dibuat suatu kesimpulan

Dari langkah-langkah penelitian tersebut dibuat suatu bagan alir penelitian yang terstruktur dan sistematis. Bagan alir penelitian ini disajikan pada gambar 1 tentang bagan alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

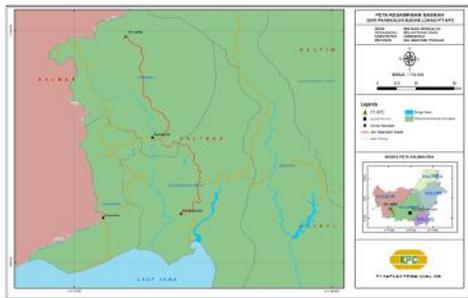
4. KONDISI DAN GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN

4.1. Gambaran Umum Wilayah penelitian

Lokasi Ijin Usaha Pertambangan PT. Kapuas Prima Coal terletak secara administratif pada Desa Bintang Mengalih Kecamatan Belantikan Raya Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah. Secara geografis terletak antara 111° 15' 57" - 111° 19' 22.57"

Bujur timur dan $01^{\circ} 31' 22.4''$ - $01^{\circ} 33' 00''$ Lintang Selatan. Untuk mencapai lokasi PT. Kapuas Prima Coal dapat di tempuh dengan cara,

1. Pontianak - Ketapang - Pangkalan Bun dengan menggunakan pesawat ditempuh selama kurang lebih 2 jam 30 menit.
2. Pangkalan Bun – Lamandau (Simpang kete) yang berjarak 97 km ditempuh selama 2 jam menggunakan kendaraan roda 4 (empat).
3. Lamandau (Simpang Kete) – ke lokasi Tambang ditempuh dalam waktu 4 jam dengan menggunakan kendaraan roda dua dan empat yang berjarak ± 135 km dengan kondisi jalan tanah.
4. Dari mess kantor PT. Kapuas Prima Coal menuju lokasi penambangan PT. Kapuas Prima Coal dengan jarak tempuh ± 4 km dengan waktu tempuh ± 15 menit menggunakan kendaraan roda empat dengan kondisi jalan tanah.



Gambar 2. Peta Kesampaian Daerah PT Kapuas Prima Coal

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Spesifikasi Peralatan

Jenis atau spesifikasi alat yang digunakan perlu diketahui sebelum melakukan estimasi produktivitas alat. Hal tersebut untuk mengetahui keterangan-keterangan secara teknis atau mekanis yang terdapat pada alat tersebut, alat muat yang digunakan dilapangan adalah excavator Doosan 340Lcv dengan kapasitas bucket $1,8 \text{ m}^3$ dan alat angkut yang digunakan adalah Dump truck Hino FM 260 JD dengan kapasitas 26 ton.

5.2. Pola Pemuatan

Pola pemuatan yang digunakan di lapangan menggunakan bottom loading yaitu excavator melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya sejajar atau truk berada di samping alat muat. Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan truk adalah single back up, yaitu truk memosisikan diri untuk dimuati pada satu tempat, sedangkan truk berikutnya

menunggu truk pertama dimuati sampai penuh, setelah truk pertama berangkat truk kedua memosisikan diri untuk dimuati dan begitu seterusnya, selanjutnya diangkut menuju stockpile.

5.3. Geometri Jalan Angkut

Adapun faktor-faktor yang merupakan geometri penting yang akan mempengaruhi keadaan jalan angkut adalah sebagai berikut :

1. Lebar jalan angkut lurus

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai sebagai jalur ganda atau lebih menurut "Aasho Manual Rural High-Way" pada jalan lurus adalah :

$$L_{(m)} = n \cdot W_t + (n + 1)(1/2 \cdot W_t)$$

keterangan :

$L_{(m)}$ = lebar minimum jalan angkut, m

n = jumlah jalur

W_t = lebar alat angkut, m

$$\begin{aligned} L_{(m)} &= 2 \times 3 + (2 + 1)(1/2 \times 3) \\ &= 6 + (3 \times 1.5) \\ &= 10.5 \end{aligned}$$

Jadi lebar jalan lurus minimum 10,5 meter

2. Lebar jalan angkut tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar dari pada jalan lurus. Untuk jalur ganda, Perhitungan terhadap lebar jalan angkut pada tikungan dapat menggunakan :

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$C = Z = 2(U + Fa + Fb)$$

Keterangan :

W = Lebar jalan angkut minimum pada tikungan, meter

n = Jumlah jalur

U = Jarak jejak roda kendaraan, meter

Fa = Lebar jantai depan, meter

Fb = Lebar Jantai belakang, meter

Ad = Jarak as roda depan dengan bagian depan truk, meter

Ab = Jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk, meter

C = Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, meter

Z = Jarak sisi luar truk ke tepi jalan, meter

$$Fa = Ad \times \sin$$

$$Fb = Ab \times \sin$$

= Sudut penyimpangan (belok) roda depan

Wb = Jarak as roda depan dengan roda belakang, meter

Berdasarkan spesifikasi alat angkut dan pengamatan unjuk kerja alat angkut di lapangan, maka diperoleh data sebagai berikut, untuk Hino :

- a. Jarak antar as roda depan dengan as roda belakang : 5.43 m
- b. Jarak poros roda depan dengan bagian depan : 1.255 m
- c. Jarak poros roda belakang dengan bagian belakang : 1.795 m
- d. jarak antara jejak roda (U) : 1.930 m
- e. Turning radius : 8.8 m

Sudut penyimpanan roda depan (α)

$$\begin{aligned} \sin &= \frac{wb}{\text{turning radius}} \\ &= \sin^{-1} \frac{5.43m}{88m} \\ &= \sin^{-1} 0.617 \\ &= 38.1^\circ \end{aligned}$$

Penyimpangan roda depan saat membelok membentuk sudut sekitar 38.1° maka lebar jalan angkut minimum pada tikungan untuk dua jalur :

$$\begin{aligned} Fa &= 1.255 \times \sin 38.1^\circ = 0.77 \text{ m} \\ Fb &= 1.795 \times \sin 38.1^\circ = 1.11 \text{ m} \\ C &= Z = \frac{1}{2} (U + Fa + Fb) \\ &= \frac{1}{2} (1.930 + 0.77 + 1.11) \\ &= 1.905 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka lebar jalan angkut pada tikungan adalah :

$$\begin{aligned} W &= n (U + Fa + Fb + Z) + C \\ &= 2 (1.930 + 0.77 + 1.11 + 1.905) + 1.905 \\ &= 13.34 \text{ meter} \end{aligned}$$

3. Kemiringan Jalan Angkut (Grade)

Perhitungan terhadap kemiringan jalan angkut (grade) dapat menggunakan rumus :

$$\text{Grade}(\%) = \frac{BB' (\text{Beda Tinggi})}{AB (\text{Jarak Datar})} \times 100\%$$

a. Grade Segmen 1

$$\text{Grade}(\%) = \frac{BB' (\text{Beda Tinggi})}{AB (\text{Jarak Datar})} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Grade}(\%) &= \frac{17,0497 \text{ meter}}{116,5 \text{ meter}} \times 100\% \\ &= 14,635 \% \end{aligned}$$

b. Grade Segmen 2

$$\text{Grade}(\%) = \frac{BB' (\text{Beda Tinggi})}{AB (\text{Jarak Datar})} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Grade}(\%) &= \frac{25,275 \text{ meter}}{150,68 \text{ meter}} \times 100\% \\ &= 16,774 \% \end{aligned}$$

c. Grade Segmen 3

$$\text{Grade}(\%) = \frac{BB' (\text{Beda Tinggi})}{AB (\text{Jarak Datar})} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Grade}(\%) &= \frac{12,198 \text{ meter}}{149,73 \text{ meter}} \times 100\% \\ &= 8,147 \% \end{aligned}$$

d. Grade Segmen 4

$$\text{Grade}(\%) = \frac{BB' (\text{Beda Tinggi})}{AB (\text{Jarak Datar})} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Grade}(\%) &= \frac{10,3829 \text{ meter}}{152,31 \text{ meter}} \times 100\% \\ &= 6,817 \% \end{aligned}$$

5.4. Waktu Edar Alat

Waktu edar alat adalah jumlah waktu yang di perlukan untuk suatu siklus kerja suatu alat. Waktu edar merupakan salah satu unsur

yang mempengaruhi kemampuan produksi alat mekanis untuk melakukan rangkaian kegiatan, dimana setiap alat mekanis mempunyai waktu edar yang berbeda-beda. Waktu edar yang digunakan adalah waktu edar alat muat dan alat angkut.

1. Waktu Edar Alat Muat

Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari pengisian bucket sampai dengan menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong.

No	T _{mu1}	T _{mu2}	T _{mu3}	T _{mu4}	T _{mu5}	T _{mu6}
1	15	0	0	0	0	28
2	14	x	0	0	0	47
3	10	x	0	0	0	48
4	8	7	0	0	0	28
5	9	8	0	0	0	28
6	11	8	0	0	0	30
7	9	7	0	0	0	20
8	10	9	0	0	0	25
9	11	8	0	0	0	27
10	15	x	0	0	0	25
11	10	7	0	0	0	20
12	10	x	0	0	0	47
13	0	x	0	0	0	20
14	9	7	0	0	0	28
15	9	8	0	0	0	20
16	11	7	0	0	0	22
17	0	8	0	0	0	28
18	10	7	0	0	0	28
19	10	0	0	0	0	21
20	11	7	0	0	0	20
21	12	7	0	0	0	21
22	10	0	0	0	0	20
23	9	8	0	0	0	25
24	9	8	0	0	0	27
25	11	9	0	0	0	24
26	11	0	0	0	0	23
27	10	8	0	0	0	21
28	10	x	0	0	0	47
29	11	x	0	0	0	40
30	9	7	0	0	0	20
AVG	10,4	7,8	0,2	0,2	0,1	26,2

Gambar 3. Tabel Waktu Edar Alat Muat

2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut (dump truck) pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping, dan waktu kembali kosong.

No	T _{ak1}	T _{ak2}	T _{ak3}	T _{ak4}	T _{ak5}	T _{ak6}	KT
1	30	118	400	30	27	228	823
2	24	100	282	27	21	247	697
3	37	107	408	24	21	240	837
4	40	120	477	26	22	247	932
5	52	103	254	26	27	212	614
6	17	100	373	30	11	242	636
7	18	113	349	28	39	233	610
8	49	104	277	26	41	247	644
9	57	117	268	27	40	248	650
10	34	117	324	29	28	228	646
11	45	107	330	28	33	233	636
12	58	117	372	29	27	210	617
13	21	110	371	28	39	239	611
14	11	109	209	25	11	219	420
15	51	103	270	30	29	243	640
16	52	95	288	29	26	201	641
17	55	107	308	29	29	217	634
18	55	113	303	30	29	218	613
19	54	74	361	28	34	255	627
20	34	114	401	27	44	211	644
21	45	87	287	24	40	200	608
22	42	92	267	26	24	209	620
23	16	91	290	25	22	205	595
24	41	121	275	25	23	207	600
25	40	80	266	41	22	222	611
26	47	84	277	26	22	225	616
27	40	112	405	27	44	214	645
28	40	89	318	27	42	220	630
29	10	102	344	25	19	200	573
30	20	79	207	28	29	210	496
AVG	38,1	109,0	312	28,1	38,0	219	640,8

Gambar 4. Tabel Waktu Edar Alat Angkut

5.5. Efisiensi Waktu Kerja Alat

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu total yang tersedia. Efisiensi kerja dapat

digunakan untuk menilai baik tidaknya pelaksanaan suatu pekerjaan.

1. Efisiensi Kerja Alat Muat

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= ((\text{waktu kerja produktif})/(\text{waktu kerja yang tersedia})) \times 100 \% \\ &= (193 / 240) \times 100 \% \\ &= 80,4 \% \end{aligned}$$

2. Efisiensi Kerja Alat Angkut

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= ((\text{waktu kerja produktif})/(\text{waktu kerja yang tersedia})) \times 100 \% \\ &= (195,2 / 240) \times 100 \% \\ &= 81,33 \% \end{aligned}$$

5.6. Perhitungan Produktivitas Alat

Produksi alat angkut dan alat muat adalah besarnya produksi yang dapat dicapai dalam kenyataan kerja alat angkut dan alat muat berdasarkan kondisi yang dapat dicapai saat ini dengan target produksi 220 Ton/jam.

1. Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas bak} &= 7,2 \text{ m}^3 \\ \text{Swell factor} &= 0,63 \\ \text{Efisiensi kerja} &= 81,33 \% \\ \text{Waktu edar} &= 14,01 \text{ menit} \\ \text{Na} &= 4 \text{ unit} \\ \text{Densitas} &= 3,3 \text{ Ton/m}^3 \\ \text{Qa} &= \text{Na} (60/\text{ct}) \times \text{Ca} \times \text{sf} \times \text{E}, \text{ LCM/jam} \\ &= 4 (60/14,01) \times 7,2\text{m}^3 \times 0,63 \times 81,33\% \\ &= 63,2 \text{ LCM/jam} \times 3,3 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 208,56 \text{ Ton/jam} \end{aligned}$$

2 Perhitungan Produktivitas Alat Muat

$$\begin{aligned} \text{Waktu edar} &= 0,5 \text{ menit} \\ \text{Kapasitas bucket} &= 1,8 \text{ m}^3 \\ \text{Fill factor} &= 0,8 \\ \text{Efisiensi kerja} &= 80,4 \% \\ \text{Swell factor} &= 0,63 \\ \text{Qtm} &= (60/\text{ct}) \times \text{Cam} \times \text{F} \times \text{E} \times \text{Sf}, \text{ LCM/jam} \\ &= (60/0,5) \times 1,8 \times 0,8 \times 80,4\% \times 0,63 \\ &= 87,5 \text{ LCM/jam} \times 3,3 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 288,75 \text{ Ton/jam} \end{aligned}$$

5.7. Keserasian Kerja Alat

Match factor merupakan keserasian kerja antara alat muat dengan alat angkut. Harga keserasian kerja setiap rangkaian kerja peralatan mekanis yang digunakan ditentukan berdasarkan data waktu edar dan jumlah peralatan mekanis yang digunakan dalam setiap rangkaian kerja tersebut. Faktor keserasian alat muat dengan alat angkut dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{MF} = \frac{\text{Na} \times \text{Ctl}}{\text{Nm} \times \text{Cta}}$$

Keterangan :

Na = Jumlah alat angkut, unit

Ctl = Waktu edar alat muat untuk mengisi penuh, menit

Nm = Jumlah alat muat, unit

Cta = Waktu edar alat angkut, menit

Adapun kombinasi kerja antara alat muat dengan alat angkut di T3 Gossan adalah :

Na = 4 unit

Nm = 1 unit

CTm = 0,5 menit x5

CtL = 2,5 menit

CTa = 14,01 menit

MF = (4 x 2,5) / (1 x 14,01) = 0,71

MF < 1, artinya alat muat bekerja kurang dari 100 % sedang alat angkut bekerja 100 %, hal ini disebabkan karena produksi alat muat lebih besar dari pada produksi alat angkut maka terjadi kondisi yaitu alat angkut sibuk dalam proses pengangkutan sedangkan pada alat muat lebih banyak menunggu datangnya alat angkut.

5.8. Analisa Perbaikan

1. Waktu Edar Alat Angkut Setelah Perbaikan Lebar Jalan

No	Waktu (detik)					CT			
	Ta1	Ta2	Ta3	Ta4	Ta5				
1	20	118	401	30	37	219	207	878	862
2	54	100	367	37	41	247	216	831	800
3	47	105	364	23	35	220	199	811	780
4	49	116	377	38	39	243	212	857	821
5	52	100	354	29	37	242	211	814	780
6	47	100	371	30	41	245	216	836	805
7	48	115	348	28	38	232	202	810	778
8	49	104	377	36	41	247	216	844	815
9	53	113	367	27	40	241	217	850	810
10	51	115	341	34	38	234	195	806	777
11	48	107	352	35	38	233	202	808	785
12	48	115	372	29	37	216	212	847	816
13	41	115	371	38	40	230	208	841	810
14	41	108	332	25	31	213	212	820	789
15	41	105	370	30	39	245	214	840	809
16	28	92	341	39	36	241	210	813	810
17	50	102	382	35	40	237	221	864	835
18	50	115	393	39	40	238	217	813	887
19	54	94	340	34	34	232	208	807	778
20	23	112	401	32	38	227	228	894	865
21	48	97	381	33	41	230	209	808	807
22	72	92	340	29	37	259	208	833	802
23	48	90	300	35	35	245	207	865	830
24	41	121	371	25	38	257	209	860	824
25	40	90	368	41	32	222	191	811	780
26	47	98	371	26	42	221	197	816	780
27	59	112	402	42	37	233	182	815	811
28	39	39	371	32	32	222	191	792	761
29	46	102	341	25	30	254	265	833	822
30	50	79	357	28	36	210	225	806	775
AVG	48,1	105,4	377	32,4	38,2	242	218	820,6	809,4

2. Efisiensi Waktu kerja Alat Angkut Setelah Perbaikan Lebar Jalan

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= ((\text{waktu kerja produktif})/(\text{waktu kerja yang tersedia})) \times 100 \% \\ &= (195,7 / 240) \times 100 \% \\ &= 81,54 \% \end{aligned}$$

3. Efisiensi Waktu Kerja Alat Angkut Dengan Perbaikan Waktu Hambatan Yang Dapat Dihindari

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= ((\text{waktu kerja produktif})/(\text{waktu kerja yang tersedia})) \times 100 \% \\ &= (210 / 240) \times 100 \% \\ &= 87,5 \% \end{aligned}$$

4. Efisiensi Waktu Kerja Dengan Perbaikan Lebar Jalan Dan Waktu Hambatan Yang Dapat Dihindari

$$\text{Eff} = ((\text{waktu kerja produktif})/(\text{waktu kerja yang tersedia})) \times 100 \%$$

$$= (210,5 / 240) \times 100 \% \\ = 87,7 \%$$

5. Produksi Alat Angkut Dengan Perbaikan Lebar Jalan

$$Qa = Na (60/ct) \times Ca \times sf \times E, LCM/jam \\ = 4 (60/13,493) \times 7,2m^3 \times 0,63 \times 81,54\% \\ = 65,78 LCM/jam \times 3,3 Ton/m^3 \\ = 217,074 Ton/jam$$

6. Produksi Alat Angkut Dengan Perbaikan Waktu Hambatan Yang Dapat Dihindari

$$Qa = Na (60/ct) \times Ca \times sf \times E, LCM/jam \\ = 4 (60/14,01) \times 7,2m^3 \times 0,63 \times 87,5\% \\ = 67,99 LCM/jam \times 3,3 Ton/m^3 \\ = 224,367 Ton/jam$$

7. Produksi Alat Angkut Dengan Perbaikan Lebar Jalan Dan Waktu Hambatan Yang Dapat Dihindari

$$Qa = Na (60/ct) \times Ca \times sf \times E, LCM/jam \\ = 4 (60/13,493) \times 7,2m^3 \times 0,63 \times 87,7\% \\ = 70,75 LCM/jam \times 3,3 Ton/m^3 \\ = 233,475 Ton/jam$$

Produktivitas	Efisiensi Alat Angkut (%)	Produksi Alat Angkut (Ton)	Waktu Edar Alat Angkut (Menit)	Persentase Target Produksi Alat Angkut (%)
Aktual	81,53	209,56	14,01	94,54
Kondisi 1	81,54	217,074	13,493	99,67
Kondisi 2	87,5	224,367	14,01	101,985
Kondisi 3	87,7	233,475	13,493	109,125

Keterangan :
 Kondisi 1 Dengan melebarkan jalan angkut pada skenario awal 12,88 meter menjadi 13 meter di segmen 2.
 Kondisi 2 Dengan meminimalkan waktu hambatan yang dapat dihindari (kondisi sistem delay time).
 Kondisi 3 Dengan melebarkan jalan angkut pada skenario dan meminimalkan sistem hambatan yang dapat dihindari.

Gambar 6. Tabel Perbandingan Produktivitas Alat Angkut Berdasarkan Perbaikan

8. Keceramasan Kerja Alat Setelah Perbaikan
 Adapun kombinasi kerja antara alat muat dengan alat angkut di T3 Gossan adalah Back hoe Doosan 340 LCV dengan empat unit truk Hino FM 260 JD

$$Na = 4 \text{ unit} \\ Nm = 1 \text{ unit} \\ CTm = 0,5 \text{ menit} \times 5 \\ CtL = 2,5 \text{ menit} \\ CTa = 13,493 \text{ menit} \\ MF = (4 \times 2,5) / (1 \times 13,493) = 0,74$$

MF < 1, artinya alat muat bekerja kurang dari 100 % sedang alat angkut bekerja 100 %, hal ini disebabkan karena produksi alat muat lebih besar dari pada produksi alat angkut maka terjadi kondisi yaitu alat angkut sibuk dalam proses pengangkutan sedangkan pada alat muat lebih banyak menunggu datangnya alat angkut.

6. PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Target produksi untuk pengangkutan galena yang ditetapkan oleh perusahaan di stockpile T3 Gossan sebesar 220 Ton/jam, Target produksi tersebut belum dapat terpenuhi karena masih terdapat hambatan-hambatan yang terjadi, hambatan tersebut seperti keterlambatan awal shift, berhenti kerja lebih awal, keperluan operator, delay time, kerusakan alat, pemeriksaan harian oleh operator dan pengisian bahan bakar.
2. Produksi alat untuk saat ini di T3 Gossan dengan 1 unit alat muat Excavator Doosan 340 LC-v sebesar 288,75 Ton/jam dan 4 unit alat angkut Dump Truck Hino FM 260 JD sebesar 208,56 Ton/jam.
3. Efisiensi kerja untuk alat muat saat ini adalah 80,4 % dan efisiensi kerja untuk alat angkut saat ini adalah 81,33 %.
4. Upaya peningkatan produksi dilakukan dengan cara yaitu :
 - a. Perbaikan lebar jalan angkut pada tikungan di segmen 2 sehingga dapat mengurangi waktu edar alat angkut yang semula 14,01 menit menjadi 13,493 menit, sehingga efisiensi kerja untuk alat angkut meningkat menjadi 81,54 % dengan peningkatan produksi menjadi 217,074 Ton/jam tetapi dengan peningkatan produksi alat angkut tersebut belum dapat memenuhi target produksi sebesar 220 Ton/jam.
 - b. Peningkatan efisiensi kerja dengan melakukan perbaikan terhadap hambatan yang terjadi, sehingga efisiensi kerja untuk alat muat meningkat menjadi 85,8 % dengan peningkatan produksi menjadi 308,22 Ton/jam dan efisiensi kerja untuk alat angkut meningkat menjadi 87,5 % dengan peningkatan produksi menjadi 224,367 Ton/jam dengan peningkatan efisiensi kerja tersebut dapat memenuhi target produksi sebesar 220 Ton/jam.
 - c. Perbaikan lebar jalan dan peningkatan efisiensi kerja dengan melakukan pengurangan waktu edar dan perbaikan terhadap waktu hambatan yang terjadi, sehingga efisiensi kerja untuk alat angkut meningkat menjadi 87,7 % dengan peningkatan produksi menjadi 233,475 Ton/jam dengan peningkatan efisiensi kerja tersebut dapat memenuhi target produksi sebesar 220 Ton/jam.

- d. MF yang semula 0,71 menjadi 0,74 setelah dilakukan upaya perbaikan lebar jalan dan efisiensi kerja sehingga waktu tunggu alat muat berkurang dari 1.0025 menit menjadi 0.873 menit

6.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan upaya pelebaran jalan pada tikungan di segmen 2 agar target produksi yang ditetapkan meningkat.
2. Perlu adanya pengawasan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan untuk mencegah hambatan-hambatan yang terjadi selama bekerja, yaitu dengan pengawasan langsung oleh foreman.
3. Perlu adanya kesiapan dari tim mekanik untuk mengurangi waktu yang terbuang akibat adanya kerusakan dari alat muat dan alat angkut yang tidak terduga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Choudary, Ram Prasad. (2015) "*Optimization of Load-Haul-Dump Mining System By OEE and Match Factor For Surface Mining*". International Journal of Applied Engineering and Technology.
2. Hustrulid, William, 1995, *Open Pit Mine Planning and Design Volume 1*, A.A. Balkema, Brookfield, Rotterdam.
3. Komatsu Inc, 2004, *Komatsu Performance Hand Book, 25th Edition*, Japan.
4. Partanto Prodjosumarto. (1996). "*Pemindahan Tanah Mekanis*". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
5. Partanto Prodjo Sumarto, (1989) "*Tambang Terbuka (Surface Mining)*", ITB, Bandung.
6. Sudjana MA, Prof.DR.Msc (1996), "*Metoda Statistik*", Edisi Ke 6, Tarsito, Bandung. (Hal 45-71).
7. Sumarya. (2012). "*Bahan Ajar Alat Berat dan Interaksi Alat Berat*". Padang: Universitas Negeri Padang
8. Tenrisuki, A. T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma: Jakarta.
9. U. Margono, t. Soejitno, & T. Santosa. 1995. *Peta Geologi Lembar Tumbang Manjul, Kalimantan*.
10. Yanto Indonesianto, Ir. Msc (2005), "*Pemindahan Tanah Mekanis*", UPN "Veteran" Yogyakarta.

Mengetahui,
Pembimbing Utama,

Ir. Syahrudin, M.T.
NIP. 196809081997021001