



Analisis Lebar Jalan Tambang Terhadap Produktivitas *Hydraulic Shovel Liebherr R996 & Dump Truck Hitachi EH4500* di PT XYZ¹

Analysis of Mine Road Width on Productivity of Hydraulic Shovel Liebherr R996 & Dump Truck Hitachi EH4500 at PT XYZ

Utari Retno Sulistyio Rini^{a,2}, Emanuel Grace Manek^b, Kurnia Dewi Mulyani^c, Siti Aminah^d

^{a,b,c,d} Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRAK

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang menerapkan sistem penambangan terbuka. Pengupasan lapisan tanah penutup batubara di Pit X PT XYZ dilakukan dengan alat muat *hydraulic shovel* Liebherr R996 sebanyak satu unit dan alat angkut *dump truck* Hitachi EH4500 sebanyak enam unit. Target pengupasan tanah penutup di Pit X adalah sebesar 2.100 BCM/jam. Saat ini produktivitas *hydraulic shovel* Liebherr R996 sebesar 1.970,385 BCM/jam dan untuk *dump truck* Hitachi EH4500 sebesar 1.450,77 BCM/jam. Saat ini target produktivitas belum tercapai karena adanya beberapa faktor di PT XYZ dan yang akan menjadi fokus penelitian ini pada faktor jalan angkut yang kurang lebar di beberapa titik. Upaya pencapaian produktivitas dapat dilakukan dengan cara pelebaran jalan angkut. Dari pengamatan lapangan waktu edar *dump truck* adalah 23,30 menit. Dengan simulasi perhitungan, pelebaran jalan dapat mengurangi waktu edar *dump truck* menjadi 21,30 menit dan produktivitas *dump truck* meningkat menjadi 1.703,03 BCM/jam. Namun, alternatif ini perlu digabungkan dengan beberapa alternatif tambahan dalam mencapai target yang signifikan di PT XYZ seperti meningkatkan nilai *bucket factor shovel*, peningkatan efisiensi kerja dan penambahan alat angkut. Sehingga pada akhirnya diharapkan adanya kelanjutan kajian terkait alternatif-alternatif tambahan tersebut sehingga PT XYZ dapat mencapai target yang diharapkan secara signifikan.

Kata kunci: Produktivitas, *shovel*, *dump truck*, jalan tambang

ABSTRACT

PT XYZ is a company engaged in coal mining that implements an open-pit mining system. The loading equipment used for overburden stripping in Pit X is one unit of Liebherr R996 hydraulic shovel. For transportation, six units of Hitachi EH4500 dump trucks are used. The target for overburden stripping in Pit X is 2,100 BCM/hour. The current productivity for the Liebherr R996 hydraulic shovel is 1,970.385 BCM/hour, while the productivity for the Hitachi EH4500 dump trucks is 1,450.77 BCM/hour. Currently, the target has not been met due to several factors at PT XYZ and which will be the focus of this research on the factor of transport roads that are less wide at several points. The attempt to achieve the productivity target can be done by widening the haul road. Based on the field observation, the dump truck cycle time was 23,30 minutes. Using the simulation, widening the road can reduce the dump truck cycle time to 21.30 minutes and dump truck productivity increases to 1,703.03 BCM/hour. However, this alternative needs to be combined with several additional alternatives in achieving significant targets at PT XYZ such as increasing the bucket factor value of the shovel, increasing work efficiency and adding hauling equipment. In the end, it is hoped that there will be a continuation of studies related to these additional alternatives so that PT XYZ can achieve the expected target significantly.

Keywords: Productivity, *shovel*, *dump truck*, mine road

¹ Info artikel: Received: 20 November 2024, Revised: 10 November 2024, Accepted: 18 Desember 2024, Published: 24 Desember 2024

² Email: utariretno@unej.ac.id

PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penambangan batubara yang berlokasi di Provinsi Kalimantan Timur. Sistem penambangan yang dipakai adalah tambang terbuka. Penambangan terbuka banyak digunakan untuk bijih logam (aluminium, bauksit, tembaga, besi) dan hampir semua bijih non-logam (batubara, uranium, fosfat) (Awwad dkk., 2020). Perpindahan material merupakan aktivitas utama dalam proyek pertambangan, yang memerlukan biaya besar dan penggunaan alat berat (Fahmi, 2023). Sebelum kegiatan *coal getting* dilaksanakan, pengupasan tanah penutup (*overburden*) dilakukan terlebih dahulu. Pada kegiatan pengupasan tanah penutup di Pit X PT XYZ, digunakan alat muat *hydraulic shovel* Liebherr R996 dan alat angkut *dump truck* Hitachi EH4500. Saat ini target pengupasan tanah penutup sebesar 2100 BCM/jam belum tercapai karena adanya faktor yang menjadi fokus penelitian ini yaitu jalan angkut yang kurang lebar di beberapa titik. Perlu dilakukan evaluasi agar target bisa tercapai. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan cara pelebaran jalan angkut di lokasi PT XYZ.

Penelitian pengaruh kondisi jalan pada produktivitas alat gali muat dan angkut banyak dilakukan di beberapa lokasi diantaranya pada pengupasan *overburden* di Jambi (Didiet, 2011) dengan hasil beberapa segmen jalan tambang belum sesuai dengan lebar jalan minimum, dengan kondisi kemiringan jalan sekitar 3-12% yang mengakibatkan terjadi slip, dan kondisi jalan bergelombang. dengan rekomendasi dilakukan pelebaran jalan, penurunan grade jalan menjadi 9%. Penelitian pengaruh geometri jalan juga dilakukan pada tambang batubara (Fitriadi, 2024) menghasilkan bahwa grade jalan tidak lebih dari 8% efektif meningkatkan produktivitas alat angkut sebesar 19,55% dengan target 108 BCM/jam menjadi 129,38 BCM/jam. Penelitian pengaruh geometri jalan pada produktivitas unit alat angkut di PT Indonesia Batu Prima Energi (Tampubolon, 2024) menghasilkan waktu *delay* sebesar 14,97 detik yang disebabkan oleh segmen yang tidak dapat diperlebar.

METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan Indonesianto (2005), faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas alat mekanis dalam kegiatan penambangan batubara adalah sebagai berikut:

1. *Swell factor*: merupakan pengembangan volume suatu material ketika material tersebut digali dari tempat aslinya, dihitung menggunakan persamaan:

$$SF = \frac{V_{insitu}}{V_{loose}} \times 100 \% \quad (1)$$

dengan V_{insitu} = Volume material keadaan asli di alam (bcm) dan V_{loose} = Volume material keadaan lepas (lcm)

2. Waktu edar alat gali-muat: Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari pengisian mangkuk sampai dengan menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong.

$$CTm = \frac{Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4}{60} \quad (2)$$

dengan CTm = Waktu edar alat muat (menit), $Tm1$ = Waktu menggali material (detik), $Tm2$ = Waktu berputar dengan mangkuk terisi muatan (detik), $Tm3$ = Waktu menumpahkan muatan (detik), dan $Tm4$ = Waktu berputar dengan mangkuk kosong (detik)

3. Waktu edar ditentukan dengan menentukan batas pengangkutan, lokasi *dumping*, dan lokasi pemuatan (Alhasan dan White, 2016). Saat menghitung waktu edar untuk truk, waktu yang diperlukan untuk menempatkan dan memuat, mengangkut, *dumping*, dan kembali perlu dipertimbangkan (Ercelebi dan Bascetin, 2009). Waktu edar alat angkut: 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.

$$CTa = \frac{Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6}{60} \quad (3)$$

dengan Cta = 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), dan Ta6 = Waktu kembali kosong (detik).

4. Produktivitas alat gali-muat (excavator) dan alat angkut (*dump truck*) berdasarkan Partanto (1983), dapat dihitung dengan melalui persamaan:

- Alat gali-muat (*excavator*)

$$Qm = \left(\frac{60}{ctm}\right) \times Cm \times Ff \times SF \times E \quad (4)$$

- Alat angkut (*dump truck*)

$$Qa = Na \left(\frac{60}{cta}\right) \times Ca \times SF \times E \quad (5)$$

dengan Qm = kemampuan produksi alat muat (BCM/jam), Qa = kemampuan produksi alat angkut (BCM/jam), Cm = kapasitas mangkuk alat muat (m^3), Ca = Kapasitas bak alat angkut (m^3) = n x Cm x Ff, n = jumlah pengisian mangkuk alat muat untuk memenuhi truk, Ctm = waktu edar alat muat (menit), Cta = waktu edar alat angkut (menit), Ff = faktor pengisian mangkuk alat muat, SF = faktor pengembangan material, Na = jumlah alat angkut, E = efisiensi kerja, %.

5. Faktor keserasian alat angkut dan alat muat

Untuk menghitung faktor keserasian atau *Match Factor* (MF) dapat dilakukan perhitungan dengan cara:

$$MF = \frac{nA \times Ctm}{nM \times Cta} \quad (6)$$

dengan nM = jumlah alat muat (unit), Cta = waktu edar alat angkut (menit), nA = jumlah alat angkut (unit), dan Ctm = waktu edar alat muat (menit)

6. Lebar jalan angkut

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

$$L = n \times Wt + (n + 1) \left(\frac{1}{2} \times Wt\right) \quad (7)$$

dengan L = lebar minimum jalan angkut (meter) n = jumlah jalur, dan Wt = lebar alat angkut (meter).

b. Lebar jalan angkut tikungan (Gambar 1): Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar dari pada jalan lurus. Untuk jalur ganda, lebar minimum pada tikungan dihitung berdasarkan:

1. lebar jejak ban
2. lebar tonjolan alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok
3. jarak antar alat angkut pada saat bersimpangan
4. jarak alat angkut terhadap tepi jalan

Perhitungan terhadap lebar jalan angkut pada tikungan dapat menggunakan rumus:

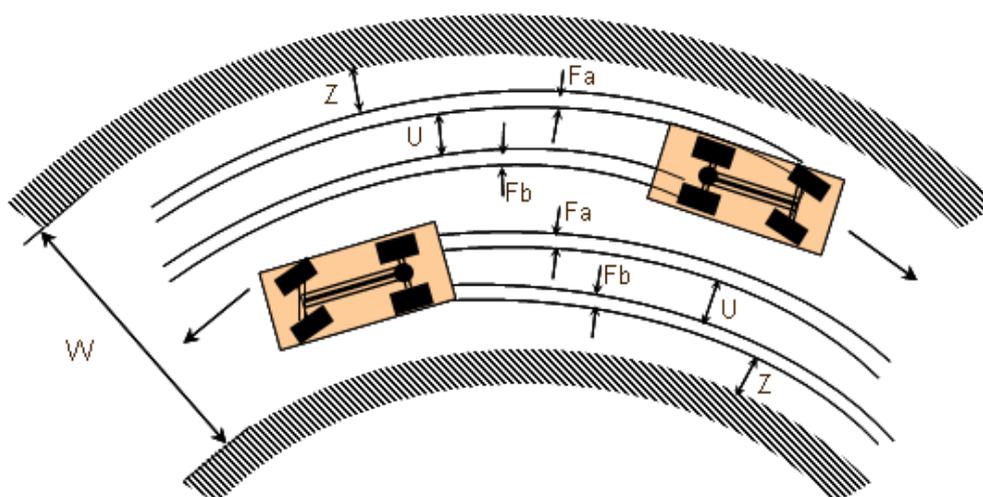
$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + C \quad (8)$$

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + Z \quad (9)$$

$$C = Z = \frac{1}{2}(U + Fa + Fb) \quad (10)$$

dengan W = lebar jalan angkut pada tikungan (meter), n = jumlah jalur, U = jarak jejak roda kendaraan (meter), Fa = lebar jantai depan (meter), Fb = lebar jantai belakang (meter), α = sudut penyimpangan roda depan (derajat), C = jarak antara dua truk yang akan bersimpangan (meter), Z = jarak sisi luar truk ke tepi jalan (meter)

Skema jalan angkut untuk tikungan dua jalur dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lebar Jalan Angkut Tikungan Dua Jalur (Peurifoy,1988)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis material yang menjadi penutup di lokasi tambang PT XYZ terdiri dari material *top soil* sebagai lapisan paling atas, lalu diikuti oleh susunan yang bervariasi antara *mudstone*, *sandstone*, dan *siltstone*. Dari kegiatan pengupasan lapisan penutup ini terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitasnya seperti kurang lebarnya jalan di beberapa titik yang menjadi fokus kajian. Upaya pencapaian target produksi dilakukan dengan cara pelebaran jalan angkut di lokasi PT XYZ. Berikut adalah uraian kegiatan untuk menganalisis lebar jalan tambang terhadap produktivitas pengupasan lapisan penutup.

Kondisi Loading Point

Berdasarkan pengamatan di lapangan kondisi *loading point* memiliki lebar 60 meter dan tinggi 12 meter, luas *loading point* 1.1400 m² dari hasil pengamatan menunjukkan area *loading point* tidak diperlukan pelebaran (Gambar 2).



Gambar 2 Lebar Jalan Angkut *Loading Point*

Kondisi Jalan Tambang

Kondisi jalan cukup banyak yang bergelombang karena adanya beban dari alat-alat yang melewatinya, sehingga mengurangi kecepatan truk yang melintas. Untuk perawatan digunakan *motor grader*. Pada saat hujan kondisi jalan kurang baik dimana jalan menjadi licin yang dapat membuat alat angkut tergelincir. Pada saat hari cerah kondisi jalan angkut menjadi berdebu sehingga menghalangi penglihatan operator truk (Gambar 3). Untuk mengatasinya dilakukan penyiraman secara berkala di sepanjang jalan angkut menggunakan *water truck*. Dari penanganan yang berjalan di PT XYZ sudah memberikan efek jalan yang lebih rata dan tidak berdebu jika keadaan kering, sehingga fokus studi ini menekankan lebar jalan tambang yang perlu diperhatikan sebagai upaya peningkatan produktivitas pengangkutan di tambang PT XYZ.

Berdasarkan Kepmen 1827 lebar jalan tambang untuk jalan tambang dua arah minimum tiga setengah kali lebar alat angkut terbesar. Alat angkut hitachi EH 4500 memiliki lebar 9,05 meter, artinya lebar jalan angkut minimum seharusnya 31,6 meter. Hasil pengukuran jalan tambang dilakukan pada beberapa segmen dengan rentang antara 30 dan 46 meter. Segmen D-E dengan lebar 30 meter, segmen F-G lebar 46 meter, segmen H-I lebar 35 meter dan segmen J-K lebar 40 meter, segmen L-M lebar 30 meter. Pengamatan pada lokasi penambangan menunjukkan lebar rata-rata jalan angkut 35 meter.



Gambar 3. Kondisi jalan tambang yang bergelombang (a) Kondisi kering, (b) Kondisi setelah hujan

Pada lokasi penelitian seluruh segmen jalan telah memenuhi syarat lebar jalan pada Kepmen 1827, namun berdasarkan pengamatan beberapa titik jalan tikungan alat angkut yang tidak bermuatan harus berhenti 40 detik, memprioritaskan alat angkut bermuatan untuk lewat. sehingga beberapa segmen jalan harus dilakukan pelebaran. Berdasarkan persamaan 9 dan 10, lebar jalan pada tikungan minimal 37 meter, maka segmen D-E perlu diperlebar 7 meter, segmen H-I diperlebar 2 meter, segmen L-M diperlebar 7 meter (Tabel 1).

Tabel 1. Alternatif Perbaikan Kondisi Jalan Angkut pada Jalan Tikungan

Segmen	Saat Ini Lebar (m)	Perbaikan Lebar (m)	Keterangan
D-E	30	37	Diperlebar 7 m
F-G	46	46	Tidak perlu perbaikan
H-I	35	37	Diperlebar 2 m
J-K	40	40	Tidak perlu perbaikan
L-M	30	37	Diperlebar 7 m

Jalan angkut dari *loading point* menuju *dumping point* memiliki kemiringan $\pm 8\%$. Pada kemiringan ini, *dump truck* masih mampu bekerja dengan baik. Sehingga tidak diperlukan adanya perbaikan.

Sedangkan untuk jalan lurus di lokasi tambang PT XYZ masih dapat digunakan dengan maksimal. Produktivitas dapat ditingkatkan dengan cara memperlebar jalan angkut pada segmen-segmen tikungan sesuai Tabel 1. Faktor keserasian, waktu edar, dan produktivitas alat muat dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Faktor keserasian alat angkut dan alat muat (MF)

Faktor keserasian alat angkut dan alat muat dapat dilakukan perhitungan dengan Persamaan 6, sehingga diperoleh:

$$MF = \frac{(6 \times 3,06)}{(1 \times 23,3)} = 0,78$$

Nilai *matching factor* sebesar 0,78 menunjukkan nilai dibawah <1 artinya alat gali menunggu alat angkut, sehingga alat muat bekerja kurang dari 100%. dengan waktu tunggu alat muat sebesar:

$$\text{Waktu tunggu muat} = \frac{(1 \times 23,3)}{6} - 0,51 = 3,37 \text{ menit}$$

Waktu tunggu yang tersedia dapat digunakan untuk perbaikan *loading point* sehingga ketika alat angkut tiba dapat segera memposisikan alat dengan baik untuk dilakukan pemuatan.

2. Waktu edar dan produktivitas alat angkut sebelum dan setelah pelebaran jalan

Berdasarkan data dan perhitungan yang ada, dapat dilihat perbedaan waktu edar dan produktivitas alat angkut sebelum dan sesudah pelebaran jalan tambang pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu edar dan produktivitas alat angkut sebelum dan sesudah pelebaran jalan

Komponen	Sebelum Pelebaran Jalan	Setelah Pelebaran Jalan
Waktu Edar Alat Angkut	23,30 menit	21,30 menit
Produktivitas Alat Angkut	1.556 BCM/jam	1.703 BCM/jam

Target produktivitas *shovel Liebherr R996 PT XYZ* adalah sebesar 2.100 BCM/jam, sedangkan berdasarkan perhitungan produktivitas alat angkut, pelebaran jalan mempengaruhi peningkatan produktivitas alat angkut dari 1.556 BCM/jam menjadi 1.703 BCM/jam.

KESIMPULAN

Target produktivitas untuk pengupasan tanah penutup di PT XYZ adalah sebesar 2.100 BCM/jam. Faktor jalan angkut yang kurang lebar di beberapa titik perlu diperhatikan untuk mencapai target produksi dan dapat dilakukan dengan cara pelebaran jalan angkut. Pelebaran jalan dapat mengurangi waktu edar *dump truck* Hitachi EH4500 dari 23,30 menit menjadi 21,30 menit. Produktivitas *dump truck* Hitachi EH4500 meningkat menjadi 1.703,03 BCM/jam dari sebelumnya sebesar 1.556 BCM/jam. Namun, alternatif ini perlu digabungkan dengan beberapa alternatif tambahan dalam mencapai target pengupasan tanah penutup sebesar 2.100 BCM/jam di PT XYZ seperti meningkatkan nilai bucket faktor *shovel Liebherr R996*, peningkatan efisiensi kerja dan penambahan *dump truck* Hitachi EH4500. Pada akhirnya diharapkan kajian mengenai alternatif-alternatif tambahan agar PT XYZ dapat mencapai target pengupasan tanah penutup yang diharapkan secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhasan, Ahmad dan David J. White. (2016). *Earthwork Haul-Truck Cycle-Time Monitoring- A Case Study-*. Iowa: Iowa State University.
- Awwad, H. A., Rami, O. A. dan Hani, M. A. (2020). *Open Pit Mining*. London: IntechOpen
- Ecelebi, S.G. dan Bascetin, A. (2009). *Optimization of Shovel-Truck System for Surface Mining*. *Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, 109, 433-439.
- Fahmi, M., dan Ghuzdewan, T. A. (2023). *Productivity Analysis PC-300 and PC-400 in Earthworks at a Gold Mining Project in Indonesia*. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 9(3), 343-356.
- Fitriadi, R. N., Iswandaru, dan Moralista, E., Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut, *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, e-ISSN 2798-6357.
- Indonesianto, Yanto. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan – FTM, UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Peurifoy, R.L. (1988). *Construction Planning Equipment and Methods 6th edition*. Maryland: McGraw Hill.
- Pramadhiyan, Didiet. (2011). *Evaluasi Kinerja Produktivitas Alat Gali - Muat dan Alat Angkut Pada PIT A Dalam Pencapaian Target Produksi Overburden 200.000 Bcm/bulan di PT Jambi Prima Coal Site Mandiangin*, Skripsi, Universitas Sriwijaya.
- Prodjosumarto, P. (1983). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan, FTTM-ITB.
- Kepmen ESDM Republik Indonesia Nomor 1806 K/30/MEM/2018 Tahun 2018 Pedoman Pelaksanaan Penyusunan, Evaluasi, Persetujuan Rencana Kerja Dan Anggaran Biaya, Serta Laporan Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral Dan Batubara. 30 April 2018. Jakarta.
- Tampubolon, Juarabagas. (2024). *Analisis Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Unit Alat Angkut PIT Berrylt PT Indonesia Batu Prima Energi*, Skripsi, Institut Teknologi Sumatera.