Analisa dan Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator Komatsu PC1250-11R* Berpasangan dengan Alat Angkut *Komatsu HD785-7* di *Pit* Warute PT Bina Sarana Sukses *Jobsite* Antang Gunung Meratus di Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan

Daniel Aries Putra[1], Yudho Dwi Galih Cahyono[2], Esthi Kusdarini[3]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: daniel.ariesputra@gmail.com

ABSTRACT

PT Bina Sarana Sukses is one of the coal mining service providers (contractors) at PT Antang Gunung Meratus. In carrying out mining, PT Bina Sarana Sukses targeted the productivity of the Komatsu PC1250-11R excavator of 606 BCM / hour for overburden removal activities. Based on actual observations obtained by the researcher, the productivity of the Komatsu PC1250-11R excavator was 573 BCM / hour with an average work efficiency of 85% and the actual percentage level of achievement based on the target was 95%. Therefore, this activity required analysis and optimization to overcome this non-achievement. The authors used a method of analyzing productivity support factors such as cycle time, fill factor, swell factor, efficiency, actual field conditions such as front-loading conditions, materials, and factors causing non-achievement of productivity targets. The researcher conducted analysis and optimization by placing Komatsu PC1250-11R excavators specifically loading blasting material and using a double-side loading pattern. With this method, excavator productivity increased to an average of 609 BCM/hour.

Kata kunci: *komatsu excavator, front loading, optimization, productivity, loading pattern*

ABSTRAK

PT Bina Sarana Sukses merupakan salah satu perusahaan penyedia jasa pertambangan (kontraktor) batubara di PT Antang Gunung Meratus. Dalam melaksanakan penambangan PT Bina Sarana Sukses menargetkan produktivitas excavator Komatsu PC1250-11R sebesar 606 BCM/Jam untuk kegiatan pemindahan overburden, berdasarkan pengamatan aktual diperoleh produktivitas alat gali muat excavator Komatsu PC1250-11R adalah sebesar 573 BCM/Jam dengan effisiensi kerja rata-rata sebesar 85% dan tingkat persentase ketercapaian aktual berdasarkan target adalah 95%. Maka dari itu perlu adanya analisa dan optimalisasi untuk mengatasi ketidaktercapaian tersebut. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa faktor-faktor pendukung produktivitas seperti cycle time, fill factor, swell factor, effisiensi, kondisi aktual lapangan seperti kondisi front loading, material, serta faktor-faktor penyebab ketidaktercapaian target produktivitas. Setelah dilakukan analisa dan optimalisasi dengan cara menempatkan excavator Komatsu PC1250-11R khusus loading material blasting dan menggunakan pola double side loading, produktivitas excavator meningkat menjadi rata-rata 609 BCM/Jam.

Kata kunci: *excavator komatsu, front loading,* optimalisasi, produktivitas, pola *loading*

PENDAHULUAN

Pertambangan batubara merupakan salah satu jenis usaha pertambangan yang ada di Indonesia. Batubara merupakan sumberdaya yang banyak digunakan oleh masyarakat dunia sebagai bahan utama dalam pembangkit listrik serta bahan pokok dalam infrastrukstur jalan. Seiring dengan perkembangan zaman hingga pada saat sekarang ini, membuat permintaan akan produk pertambangan meningkat sehingga perusahaan pertambangan perlu konsisten dalam memproduksi bahan tambang dengan meningkatkan mekanisasi, baik dalam kegiatan eksploitasi bahan galian maupun pemindahan lapisan tanah penutup (*overburden*) [1].

PT Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus merupakan salah satu perusahaan penyedia jasa pertambangan (kontraktor) batubara pada PT Antang Gunung Meratus – Baramulti Group yang berlokasi di Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi

Kalimantan Selatan. Dalam melaksanakan penambangan PT Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus menggunakan sistem tambang terbuka serta untuk proses pengupasan material *overburden* menggunakan alat mekanis yaitu *excavator* sebagai alat gali muat dan truck *HD (heavy duty)* sebagai alat angkut [2]. PT Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus menggunakan alat gali muat *excavator Komatsu PC1250-11R* dan alat angkut *Komatsu HD785-7*. Dalam dunia pertambangan *excavator* dengan merk *Komatsu PC1250* sudah umum digunakan oleh kontraktor jasa pertambangan, tetapi yang banyak direferensi adalah seri *Komatsu PC1250-7* dan *Komatsu PC1250-8* sedangkan untuk *excavator Komatsu PC1250-11R* termasuk seri terbaru yang rilis tahun 2022 sehingga belum banyak terdapat referensi atau literasi yang dapat dijadikan rujukan. Pada penelitian sebelumnya untuk *Excavator Komatsu PC1250-8* contohnya dilakukan oleh Gindang Rain Pratama melakukan kajian secara teknis terkait produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pemindahan *overburden* di PT Kalimantan Prima Persada *site* Mass Asam-asam [3]. Dari hasil analisa didapatkan hasil perhitungan berdasarkan pengamatan aktual diperoleh produktivitas alat gali muat. *Komatsu PC1250-8* adalah sebesar 671,17 BCM/Jam dengan efisiensi kerja rata-rata sebesar 80 % dan untuk target perusahaan adalah sebesar 680 BCM/Jam dengan tingkat persentase ketercapaian aktual berdasarkan target 97 %.

PT Bina Sarana Sukses sendiri baru menggunakan *Excavator Komatsu* seri terbaru ini pada akhir tahun 2022, dan langsung menargetkan produktivitas sebesar 606 BCM/Jam. Pada kenyataannya ketercapaian produktivitas alat gali muat *Excavator Komatsu PC1250-11R* hanya rata-rata di 580 BCM/Jam. Dari permasalahan ini perlu dilakukannya analisa terkait kemampuan alat berat *Excavator Komatsu PC1250-11R* khususnya produktivitas alat saat akan berpasangan dengan *Komatsu HD785-7* yang digunakan di PT Bina Sarana Sukses *Jobsite* Antang Gunung Meratus. Penelitian alat gali muat *Excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *Komatsu HD785-7* bertujuan untuk menganalisa dan mengoptimalkan produktivitas alat gali muat serta untuk mengetahui kondisi ideal saat alat gali muat dan angkut berpasangan [4].

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai analisa produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan tanah penutup (*overburden*). Penelitian tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui produktivitas alat gali muat *excavator Komatsu PC2000* dan alat angkut *Komatsu HD785*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah produktivitas *excavator Komatsu PC2000* 531,547 BCM/Jam dan produktivitas *Komatsu HD785* 286,277 BCM/Jam [5].

Penelitian mengenai analisis produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan *overburden removal* di Pit 1 PT. Jambi Prima Coal. Penelitian tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui produktivitas alat gali muat *excavator Hitachi ZX350H* dan *excavator CAT 345 GC* serta alat angkut *dumptruck Mercedes Benz Axor 2528*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah produktivitas *excavator Hitachi ZX350H* sebesar 139,5 BCM/Jam, sedangkan produktivitas *excavator CAT 345 GC* sebesar 215,57 BCM/Jam serta produktivitas alat angkut *dumptruck Mercedes Benz Axor 2528* sebesar 21,69 BCM/Jam [6].

Penelitian mengenai optimalisasi produktivitas alat gali muat terhadap pengupasan *overburden* di PT XYZ. Penelitian tersebut dilakukan dengan tujuan mengetahui produktivitas actual, mengetahui efisiensi kerja aktual alat gali muat yang bekerja dan melakukan optimalisasi terhadap faktorhambatan kerja yang mempengaruhi produktivitas pengupasan *overburden* di *fleet* EXZ 5005 *Caterpillar 345 GC* PT XYZ. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pencapaian produktivitas sebesar 173,97 BCM/Jam dengan efisiensi kerja sebesar 72% dan *cycle time* sebesar 23,38 detik per siklus. Ketidaktercapaian ini dikarenakan faktor hambatan kerja seperti terlambat datang kerja, terlalu lama istirahat, pulang lebih awal, *engine problem*, *sliperry*, dan hujan. Optimalisasi dilakukan dengan cara memberikan toleransi keterlambatan sebesar 5 menit terhadap waktu hambat yang dapat dihindari sehingga efisiensi kerja meningkat sebesar 83% dan didapatkan peningkatan produktivitas sebesar 200,55 BCM/Jam [7].

METODE

Persiapan Penelitian

Peneliti melakukan pengambilan data dengan menggabungkan antara metode kualitatif dan motode kuantitatif, proses penelitiannya langsung melakukan observasi dilapangan. Peneliti melakukan penelitian di PT Bina Sarana Sukses *Jobsite* Antang Gunung Meratus di Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan. Peneliti menggabungkan teori dengan data-data yang diamati primer dan sekunder yang terdapat di lapangan. Kemudian data yang sudah diamati dan dikumpulkan dari lapangan selanjutnya akan dianalisis dan evaluasi data [8].

Pengumpulan Data

Penelitian dilaksanakan pada akhir bulan Januari sampai bulan April tahun 2024 dengan mengambil data primer maupun data sekunder. Data primer yang diambil berupa *Cycle time excavator*, lebar dan tinggi *front loading*, pola *loading excavator*, *bucket fill factor* aktual, *delay time,* dan data sekunder yang diambil berupa kondisi geologi, data topografi, curah hujan, spesifikasi alat berat, *bucket fill factor* teoritis, *swell factor*, *working hours*, *repair hours*, *standby hours*, *cycle time hauler* [9].

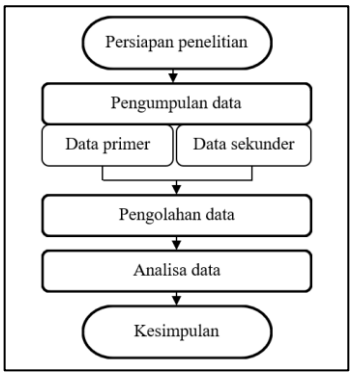
Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya untuk lebih memudahkan dalam penganalisaan, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan penyelesaian. Data mengenai kondisi lebar dan tinggi jenjang *front loading excavator* digunakan untuk melakukan penilaian terhadap kondisi kerja alat gali muat yang beroperasi. Data-data primer dan sekunder seperti *cycletime excavator*, *bucket fill factor, swell factor,* effisiensi kerja, dan *delay time* kemudian akan diolah secara matematis menggunakan rumus untuk mengetahui produktivitas dari alat gali muat. Data-data sekunder lainnya terkait *working hours*, *repair hours*, *standby hours* dan *cycle time* alat angkut kemudian akan diolah secara matematis menggunakan rumus untuk mengetahui faktor ketersediaan alat dan keefektivan alat (*mechanical availability, physical availability, use of availability, effective utilization*) [10] sekaligus untuk mengetahui faktor keserasian (*match factor*) antara alat gali muat dengan alat angkut [11].

Analisa Data

Hasil pengolahan data digunakan untuk menganalisa *cycle time*, kondisi area kerja, kondisi alat serta sifat material sehingga dapat diketahui produktivitas, ketersediaan, keefektivan dari alat muat secara nyata dilapangan. Dengan diketahuinya kemampuan produktivitas, ketersediaan, dan keefektivan alat diharapkan produktivitas dapat ditingkatkan dengan melakukan koreksi dan perbaikan-perbaikan baik dari segi metode, teknis alat, manusia dan kondisi tempat kerja. Selain itu hasil pengolahan data dianalisa untuk menjawab rumusan masalah, tujuan penelitian dan rekomendasi yang akan dibuat oleh peneliti untuk meningkatkan produktivitas alat muat [12].

Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Front Loading

Front loading merupakan area dilakukannya penggalian dan pemuatan yang mana menjadi aktivitas utama pada kegiatan penambangan. Kondisi material pada *front loading* di pit Warute PT Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus tergolong keras sehingga memerlukan kegiatan peleburan tanah menggunakan metode *ripping* dan peledakan (*blasting*). Kondisi *front loading* khususnya tinggi jenjang terdapat perbedaan ketinggian saat *excavator loading* material *ripping* tinggi jentang rata-rata 1,5 - 2 meter dan material *blasting* tinggi jenjang rata-rata 2,5 – 3 meter. Lebar *front loading* rata-rata 18 – 35 meter, kondisi lebar front loading yang bervariasi mengikuti lebar *interburden* batubara di area pit Warute.

Pola Pemuatan dan Metode Pemuatan

Berdasarkan pengamatan di lapangan pola pemuatan yang berlangsung di *pit* Warute PT. Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus cenderung menggunakan pola pemuatan *single side loading / single back up* [13] di mana 1 *dumptruck* dimuat dan *dumptruck* lainnya menunggu dilihat pada gambar 2. Metode pemuatannya adalah *top loading / bench loading* dan *bottom loading* [14]. Sesuai dengan hasil pengamatan, dilihat bahwa metode *top loading / bench loading* cenderung lebih baik dan memudahkan operator alat muat dalam melakukan pemuatan, hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan pada saat melakukan *swing* lebih cepat ketimbang penggunaan metode *bottom loading* karena kondisi dan letak *vessel dumptruck* yang sudah sama dengan ketinggian *track excavator*.



Gambar 2. Metode Pemuatan di lokasi pengamatan

Swell Factor atau Faktor Pengembangan

Nilai *swell factor* atau faktor pengembangan material *overburden* setelah dilakukannya kegiatan penggalian dari lokasi *front* penambangan perlu diketahui karena material yang akan

diangkut telah mengalami pengembangan volume. Nilai *densitas loose* yang ditetapkan oleh perusahaan pada lokasi pengamatan adalah sebesar 1,2 Ton/m^3 dan *densitas bank* material *overburden* sebesar 2,2 Ton/m^3. Kemudian dapat dilakukan perhitungan nilai *swell factor* yang kemudian diperoleh sebesar 0,83 atau nilai perentase *swell factor* nya sebesar 83%.

Bucket Fill Factor atau Faktor Pengisian Mangkuk

Nilai *fill factor* atau faktor pengisian *bucket excavator* diperoleh dari perhitungan yang berdasarkan perbandingan antara kapasitas aktual *bucket excavator* dengan kapasitas teoritis *bucket* alat muat. Kapasitas teoritis bucket *Excavator Komatsu PC1250-11R* adalah 6,7 m^3 dan rata-rata kapasitas aktualnya adalah 5,7 m^3 dilihat dari kemampuan *excavator* untuk mengisi *vessel dumptruck HD785-7* yang diklaim memiliki kapasitas teoritis sebesar 44 m^3 rata-rata sebanyak 8 *bucket*. Nilai *fill factor* yang diperoleh dari *excavator Komatsu PC1250-11R* adalah sebesar 85%.

Cycle Time Excavator

Pengamatan dan pengambilan data *cycle time excavator* dilakukan pada aktivitas *excavator* menggali material, mengangkat *bucket* dalam kondisi terisi dan mengayunkan ke arah *dumptruck*, menuangkan material kedalam *dumptruck*, dan terakhir mengayunkan *bucket* yang sudah kosong ke posisi galian material untuk mengulangi siklusnya. Besar *cycle time* alat gali muat teoritis untuk *Komatsu PC1250* yaitu sebesar 22-25 detik. Pengambilan data ini dilakukan pada *swing angle* 45^0-90^0. Data yang diambil langsung di lapangan adalah sebanyak 30 data dan didapatkan total rata-rata *cycle time* sebesar 25,3 detik atau 0,42 menit. Data pengamatan *cycle time excavator* yang diperoleh pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Data *Cycle Time Excavator*

PC1250-11R vs HD785-7					
Data 1-30	*Digging* (detik)	*Swing Load* (detik)	*Dumping* (detik)	*Swing Empty* (detik)	*Total Cycle Time* (detik)
Rata-rata	10,5	6,5	2,8	5,5	25,3
Standar Deviasi	1,66	0,90	0,46	0,68	2,12

Sumber : Peneliti,2024

Effisiensi Kerja *Excavator*

Nilai effisiensi kerja *excavator* diperoleh dari perhitungan yang berdasarkan perbandingan antara waktu kerja effektif alat dengan waktu kerja tersedia [15]. Dari data yang diambil dilapangan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi waktu kerja effektif alat yaitu perbaikan *front loading*, tunggu manuver *dumptruck*, dan *excavator* mengubah posisi *track*, dengan rata-rata waktu yang hilang 9 menit dari waktu yang tersedia 60 menit. Nilai effisiensi kerja *excavator* yang diperoleh adalah sebesar 85%.

Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator*

Berdasarkan data-data yang sudah didapatkan dari penelitian di lapangan, produktivitas alat gali muat *excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *dumptruck Komatsu HD785-7* adalah sebesar 573 BCM/Jam, hasil tersebut didapatkan dari perhitungan menggunakan rumus produktivitas (1) [16]. Nilai produktivitas *excavator* masih belum mencapai target yang ditentukan oleh PT Bina Sarana Sukses yaitu 606 BCM/Jam.

$$Qm = \left(\frac{60}{CTm}\right) x\ Cb\ x\ Ff\ x\ Sf\ x\ E \ldots . (1)$$

Keterangan:
Qm = produktivitas alat muat, Bcm/jam
Ctm = *cycle time* alat muat, menit
Cb = kapasitas *bucket* alat muat, m^3
Ff = faktor pngisian (*fill factor*), %
Sf = faktor pengembangan (*swell factor*), %
E = effisiensi kerja, %

Ketersediaan Alat Gali Muat *Excavator*

Parameter yang digunakan untuk menghitung ketersediaan alat gali muat yaitu *working hour*, *standby hour*, dan *repair hour.* Dengan parameter-parameter yang sudah diketahui, berdasarkan dari data *Engineering* PT Bina Sarana Sukses dengan menggunakan *sample* 2 unit *excavator Komatsu PC1250-11R* yang beroperasi di pit Warute, maka dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Parameter Ketersediaan Alat Gali Muat *Excavator*

2 x *Excavator Komatsu PC1250-11R*			
1 - 31 Maret 2024	*Working hour (W)* (jam)	*Standby hour (S)* (jam)	*Repair hour (R)* (jam)
Total	825,51	575,6	86,95
Rata-rata	26,63	18,57	2,80
Standar Deviasi	2,83	1,14	2,78

Sumber : Peneliti,2024

Dari data-data parameter pada tabel, maka diketahui rata-rata :
- *working hour* (W) = 26,63 Jam
- *standby hour* (S) = 18,57 Jam
- *repair hour* (R) = 3,28 Jam

Kemudian didapatkan persentasi ketersediaan alat gali muat *excavator Komatsu PC1250-11R* adalah sebagai berikut :
- *mechanical availability (*MA) = 89%
- *physical availability* (PA) = 93%
- *utilization availability* (UA) = 59%
- *effective utilization* (EU) = 55%

Pada saat kondisi *delay* dan *idle* sesuai dengan perencanaan, perusahaan menargetkan *utilization availability* (UA) 70% dan *effective utilization* (EU) 65% untuk *excavator Komatsu PC1250-11R*.

Ketersediaan Alat Angkut *Dumptruck*

Sama halnya dengan ketersediaan alat gali muat, parameter yang digunakan untuk menghitung ketersediaan alat gali muat yaitu *working hour, standby hour,* dan *repair hour*. Data yang diambil menggunakan *sample* 10 unit *dumptruck Komatsu HD785-7*, dapat dilihat pada tabel 3. berikut :

Tabel 3. Parameter Ketersediaan Alat Angkut *Dumptruck*

10 x *Dumptruck Komatsu HD785-7*			
1 - 31 Maret 2024	*Working hour (W)* (jam)	*Standby hour (S)* (jam)	*Repair hour (R)* (jam)
Total	1066,52	799,52	245,18
Rata-rata	56,13	42,08	12,90
Standar Deviasi	186,36	129,26	18,06

Sumber : Peneliti,2024

Dari data-data parameter pada tabel, maka diketahui rata-rata :
- *working hour* (W) = 131,81 Jam
- *standby hour* (S) = 92,84 Jam
- *repair hour* (R) = 15,35 Jam

Kemudian didapatkan persentasi ketersediaan alat angkut *dumptruck Komatsu HD785-7* adalah sebagai berikut :
- *mechanical availability (*MA) = 89%
- *physical availability* (PA) = 93%
- *utilization availability* (UA) = 58%
- *effective utilization* (EU) = 55%

Pada saat kondisi *delay* dan *idle* sesuai dengan perencanaan, perusahaan menargetkan *utilization availability* (UA) 65% dan *effective utilization* (EU) 60% untuk *dumptruck Komatsu HD785-7.*

Keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

Berdasarkan data primer, data sekunder dan data pendukung lain yang ada seperti jumlah alat angkut berjumlah 5 unit, alat gali muat berjumlah 1 unit, jumlah pengisian alat angkut sebanyak 8 *bucket*, *cycle time* alat gali muat sebesar 0,42 menit dan *cycle time* alat angkut sebesar 17,5 menit. Menurut perhitungan rumus keserasian alat (*match factor*) (2) diketahui nilainya adalah 0,96.

$$MF = \left(\frac{Na\ x\ n\ x\ Ctm}{Nm\ x\ Cta}\right) \ldots . (2)$$

Keterangan :
MF = faktor keserasian (*match factor*)
n = jumlah pengisian *bucket*
Na = jumlah alat angkut
Nm = jumlah alat gali muat
Cta = waktu edar alat angkut (menit)
Ctm = waktu edar alat gali-muat (menit)

Pembahasan

Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator*

Nilai yang didapat adalah sebesar 573 BCM/Jam. Nilai produktivitas *excavator* masih belum mencapai target yang ditentukan oleh PT Bina Sarana Sukses yaitu 606 BCM/Jam. Dari hasil penelitian yang dilakukan dilapangan ada 2 faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya nilai produktivitas *excavator* yang sudah ditargetkan oleh PT. Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus. Berikut ini 2 faktor utama menurut peneliti yang mempengaruhi nilai produktivitas alat gali muat *excavator* :

1. Cycle Time

Cycle time merupakan faktor yang sangat menentukan besarnya nilai produktivitas alat gali muat . Secara teoritis besar *cycle time* alat gali muat adalah antara 22–25 detik dengan *swing angle* antara 45^0 - 90^0 untuk *Komatsu PC1250*. Sedangkan aktualnya dilapangan nilai *cycle time Komatsu PC1250-11R* adalah 25,3 detik. Hal ini berarti besar *cycle time* aktual hampir mendekati kondisi ideal, akan tetapi nilai *cycle time* itu bisa lebih diperkecil untuk meningkatkan produktivitas *excavator*. Dari data yang didapat terdapat 2 hal yang mempengaruhi *cycle time excavator*, yaitu :

a. Tinggi jenjang (*bench height*)

Bench height atau tinggi jenjang pada *front loading* penambangan masih kurang optimal atau efektif saat *excavator loading* material *ripping* dengan tinggi jenjang 1,5 - 2 meter dikarenakan kemampuan *dozer* untuk *ripping* hanya sedalam 1,2 meter. Hal tersebut mempengaruhi waktu siklus atau *cycle time* untuk melakukan satu kali *passing* material. Terkhusus pada saat alat gali muat melakukan *swing* atau mengayun setelah melakukan penggalian ataupun setelah alat muat melakukan *dumping* material pada *vessel* alat angkut. Tinggi jenjang yang sesuai dengan *excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *dumptruck Komatsu HD785-7* adalah 2,5 - 3 meter pada saat *excavator loading* material *blasting* dikarenakan posisi *track excavator* sejajar dengan *vessel dumptruck*.

b. Waktu gali (*digging time*)
Waktu gali atau *digging time* merupakan salah satu dari siklus *cycle time* alat gali muat yang memakan waktu paling banyak sehingga besar nilainya tergantung jenis material yang akan digali. Oleh karena itu waktu gali sering bernilai besar ketika kondisi material yang tidak sesuai dengan yang diprediksi. Material yang digali di area PT. Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus merupakan hasil *blasting* dan hasil *ripping*, sehingga tidak dapat ditebak hasilnya. Maka dari itu, apabila hasil *blasting* dan *ripping* bagus, waktu gali untuk alat gali muat akan dapat tereduksi dan secara otomatis *cycle time* dapat diperkecil. Tinggi jenjang excatavor saat *loading* material *ripping* dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tinggi jenjang *excavator loading* material *ripping*

2. Delay Time

Delay time atau waktu tunda merupakan salah satu faktor yang memperkecil produktivitas alat gali muat. Berdasarkan pengambilan data dilapangan diperoleh nilai *delay time* rata-rata *excavator Komatsu PC1250-11R* rata-rata 9 menit/jam. Nilai *delay time* ini akan mempengaruhi nilai efisiensi kerja dari alat tersebut. Permasalahan-permasalahan yang menyebabkan terjadinya *delay time excavator Komatsu PC1250-11R* antara lain adalah :

a. Terjadinya gantung, yaitu posisi *bucket* alat gali muat terisi muatan dan menunggu alat angkut bermanuver untuk melakukan kegiatan pemuatan, dilihat pada gambar 6. Hal ini juga disebabkan karena pola *loading* yang digunakan adalah *single side loading* ditambah posisi dari *dumptruck* yang sedang mengantri tidak siaga atau posisi siap mundur.
b. *Excavator* berhenti *loading* saat *dozer* melakukan perbaikan *front loading*

Kondisi *Front Loading* Alat Gali Muat

Kondisi *front loading* saat *excavator loading* material *ripping* tinggi jentang rata-rata 1,5 - 2 meter dan material *blasting* tinggi jenjang rata-rata 2,5 – 3 meter. Lebar *front loading* rata-rata 18 – 35 meter. Menurut *handbook Komatsu* [17] *front loading* yang ideal untuk *excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *dumptruck Komatsu HD785-7* dimana tinggi jenjang 2,5 - 3 meter pada saat *excavator loading* material *blasting* dikarenakan posisi *track excavator* sejajar dengan *vessel dumptruck* dan lebar *front loading* minimal 25 meter didapat dari 2 kali turning radius *dumptruck Komatsu HD785-7* sebesar 10,1 meter ditambah dengan 1 kali lebar unit yaitu 6 meter.

Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat

Berdasarkan data-data dari hasil penelitian diatas, peneliti melihat masih ada potensi atau cara yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan nilai produktivitas dari *excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *dumptruck Komatsu HD785-7*. Beberapa upaya yang langsung diterapkan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan produktivitas alat gali muat adalah :

1. *Excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *dumptruck Komatsu HD785-7* diprioritaskan untuk *loading* material *blasting* untuk mendapatkan tinggi jenjang ideal yaitu 2,5 - 3 meter seperti pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Tinggi *jenjang excavator* loading material *blasting*

2. Pola *loading* menggunakan pola *double side loading* ketika lebar *front loading* >25 meter, dan ketika lebar *front* <25 meter posisi *dumptruck* siap mundur atau siaga 1 untuk mengurangi *delay time* dan meningkatkan nilai effiensi kerja *excavator*. Dilihat pada gambar 5 a-b di bawah ini.



(a) (b)

Gambar 5. a) Pola *double side loading*, b) *Dumptruck* siap mundur

Dari beberapa upaya yang telah diterapkan di lapangan, dapat diketahui bahwa hasil produktivitas *excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *dumptruck Komatsu HD785-7* meningkat cukup signifikan dari rata-rata perhitungan 573 BCM/Jam menjadi rata-rata 609 BCM/Jam menurut laporan per jam yang diambil dari *Data Room Center* PT Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus.

Ketersediaan Alat Gali Muat *Excavator* dan Alat Angkut *Dumptruck*

Dari hasil penelitian dan perhitungan berdasarkan data-data yang sudah dikumpulkan sebelumnya didapatkan bahwa :

1. Ketersediaan alat gali muat *excavator* yang mencakup :
   - *Mechanical availability (*MA) sebesar 89% dikarenakan alat gali muat *excavator Komatsu PC1250-11R* memiliki performa sangat baik dengan jumlah *breakdown* yang sedikit.
   - *Physical availability* (PA) sebesar 93% dikarenakan alat gali muat *excavator Komatsu PC1250-11R* adalah alat yang baru digunakan kurang lebih 2 tahun.

- *Utilization availability* (UA) sebesar 59%, waktu beroperasi yang digunakan tergolong rendah dari target 70% dikarenakan pada bulan Maret 2024 *working hour* terkoreksi karena bertepatan dengan bulan puasa.
- *Effective utilization* (EU) sebesar 55%, dikarena hampir sama dengan nilai *utilization availability* (UA) *working hour* yang terkoreksi dan tambahan *repair hour* sebagai pembagi.

2. Ketersediaan alat angkut *dumptruck* yang mencakup :
   - *Mechanical availability (*MA) sebesar 89% dikarenakan alat angkut *dumptruck Komatsu HD785-7* memiliki performa sangat baik dengan jumlah *breakdown* yang sedikit.
   - *Physical availability* (PA) sebesar 93% dikarenakan alat *dumptruck Komatsu HD785-7* adalah alat yang baru digunakan kurang lebih 2 tahun, karena kedatangannya bersamaan dengan *excavator Komatsu PC1250-11R*.
   - *Utilization availability* (UA) sebesar 58%, waktu beroperasi yang digunakan tergolong rendah dari target 65% dikarenakan pada bulan Maret 2024 *working hour* terkoreksi karena bertepatan dengan bulan puasa.
   - *Effective utilization* (EU) sebesar 55%, dikarena hampir sama dengan nilai *utilization availability* (UA) *working hour* yang terkoreksi dan tambahan *repair hour* sebagai pembagi.

Rendahnya nilai *utilization avaibility* (UA) dan *effective utilization* (EU) alat gali muat *excavator* maupun alat angkut *dumptruck* salah satunya karena tim *engineering* PT Bina Sarana Sukses merencanakan *idle* per hari hujan 3,71 jam dan *slippery* 1,48 dengan total 5,19 jam. Strategi untuk meningkatkan *utilization avaibility* (UA) dan *effective utilization* (EU) adalah dengan memaksimalkan *working hour* pada kondisi normal tidak ada hujan dan meminimalkan waktu *slippery* jika hujan. Berikut ini nilai *utilization availability* (UA) dan *effective utilization* (EU) pada kondisi tidak ada hujan.

- *utilization availability* (UA) = *PC1250-11R* : 70%, *HD785-7* : 61%
- *effective utilization* (EU) = *PC1250-11R* : 66%, *HD785-7* : 57%

Dari strategi yang telah dilakukan hasil yang didapat dibandingkan dengan target perusahaan untuk *utilization availability* (UA) dan *effective utilization* (EU) alat gali muat *excavator Komatsu PC1250-11R* sudah sesuai dengan target, sedangkan alat angkut *dumptruck Komatsu HD785-7* belum mencapai target. Hal ini disebabkan alat angkut sendiri ada tambahan *daily maintenence* / pemeriksaan harian dan sudah disiapkan unit *spare* pengganti.

Keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai keserasian antara alat gali muat dan alat angkut adalah 0,96. Jika dikorelasikan dengan dasar teori nilai yang didapat adalah <1 atau =1, maka ada kemungkinan alat gali muat tersebut disuatu saat akan gantung menunggu *hauler*.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan di pit Warute PT Bina Sarana Sukses *Jobsite* Antang Gunung Meratus, ditemukan beberapa kesimpulan. Pertama, produktivitas alat gali muat *excavator Komatsu PC1250-11R* berpasangan dengan *dumptruck Komatsu HD785-7*, dari hasil perhitungan nilai yang didapat adalah sebesar 573 BCM/Jam. Nilai produktivitas *excavator* masih belum mencapai target yang ditentukan oleh PT Bina Sarana Sukses yaitu 606 BCM/Jam. Kedua, kondisi *front loading* khususnya tinggi jenjang terdapat perbedaan ketinggian saat *excavator loading* material *ripping* tinggi jentang rata-rata 1,5 – 2 meter dan material *blasting* tinggi jenjang rata-rata 2,5 – 3 meter. Lebar *front loading* rata-rata 18 – 35 meter, kondisi lebar front loading yang bervariasi mengikuti lebar *interburden* batubara di area pit Warute. Kondisi *front loading* yang ideal adalah dengan lebar *front loading* minimal 25 meter dan tinggi jenjang minimal 2,5 meter. Ketiga, produktivitas alat gali muat dioptimalkan dengan cara menempatkan *excavator Komatsu*

PC1250-11R loading material *blasting* agar tinggi jenjang ideal yaitu 2,5 – 3 meter untuk mengurangi *cycle time* dan menerapkan pola *loading double side* dan siaga 1 atau *dumptruck* siap mundur untuk mengurangi *delay time* dan meningkatkan nilai effiensi kerja *excavator*. Nilai produktivitas dari awal sebesar 573 BCM/Jam dapat dioptimalkan menjadi 609 BCM/Jam. Keempat, hasil perhitungan ketersediaan alat gali muat dan alat angkut yang mencakup nilai *mechanical availability (*MA), *physical availability* (PA), *utilization availability* (UA), *effective utilization* (EU) menunjukkan bahwa performa dari masing-masing alat masih sangat baik dan tergolong alat yang masih baru, yang terkoreksi hanyalah dari parameter *standby hour* dikarenakan ada beberapa penyesuaian. Berikut adalah nilai ketersediaan dari kedua alat :

- *mechanical availability (*MA) = *PC1250-11R* : 89%, *HD785-7* : 89%
- *physical availability* (PA) = *PC1250-11R* : 93%, *HD785-7* : 93%
- *utilization availability* (UA) = *PC1250-11R* : 59%, *HD785-7* : 58%
- *effective utilization* (EU) = *PC1250-11R* : 55%, *HD785-7* : 55%

Strategi untuk meningkatkan *utilization avaibility* (UA) dan *effective utilization* (EU) adalah dengan memaksimalkan *working hour* pada kondisi normal tidak ada hujan dan meminimalkan waktu *slippery* jika hujan. Hasil dari peningkatan sebagai berikut :

- *utilization availability* (UA) = *PC1250-11R* : 70%, *HD785-7* : 61%
- *effective utilization* (EU) = *PC1250-11R* : 66%, *HD785-7* : 57%

Kelima, didapatkan nilai keserasian antara alat gali muat dan alat angkut adalah 0,96. Jika dikorelasikan dengan dasar teori nilai yang didapat adalah <1atau =1, maka ada kemungkinan alat gali muat tersebut disuatu saat akan gantung menunggu *hauler*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing Teknik Pertambangan ITATS dan *team departement* produksi dan *engineering* PT Bina Sarana Sukses *jobsite* Antang Gunung Meratus yang telah memberikan tempat penelitian serta data-data sekunder yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. I. Arif, *Batubara Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama, 2014.

[2] Departement Engineering PT.BSS, “Profil Perusahaan PT.Bina Sarana Sukses,” Jakarta, Mar. 2024.

[3] G. R. Pratama and K. P. D. A. N. KEBUDAYAAN, “Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Pemindahan Overburden PT Kalimantan Prima Persada Site Mass Asam–Asam Provinsi Kalimantan Selatan (Skripsi),” *Banjarbaru: Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat*, 2014.

[4] A. V. PRASMORO, “OPTIMASI PRODUKSI PADA PENAMBANGAN BATUBARA DENGAN METODE MATCH FACTOR, ANTRIAN DAN LINEAR PROGRAMMING”.

[5] N. Oemiati, R. Revisdah, and R. Rahmawati, “Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden),” *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, vol. 6, no. 3, pp. 194–207, 2020.

[6] A. M. L. Ismail and H. Haeruddin, “Analisis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Overburden Removal di Pit 1 PT. Jambi Prima Coal,” *Jurnal GEOMining*, vol. 4, no. 2, pp. 40–45, 2023.

[7] R. Cahyadi, K. M. A. Isnaeni, and D. Harpiandi, “O OPTIMALISASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT TERHADAP PENGUPASAN OVERBURDEN DI PT XYZ,” *Jurnal Teknik Patra Akademika*, vol. 13, no. 02, pp. 80–89, 2022.

[8] Wafindra Deniswara, Supardi Razak, and Ambran Hartono, "PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT BERDASARKAN SWING ANGLE TOP LOADING DAN BOTTOM LOADING," *Jurnal Inovasi Pertambangan dan Lingkungan*, vol. 3, pp. 22–33, 2023.

[9] I. W. W. Mariki and D. Arpilanoor, "ANALISA PRODUKTIVITAS EXCAVATOR KOMATSU PC 2000 PADA OVERBURDER REMOVAL DI PT. JHONLIN BARATAMA," *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, vol. 6, no. 2, pp. 107–118, 2021.

[10] D. A. Istiqamah and M. Gusman, "Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto," *Bina Tambang*, vol. 5, no. 1, pp. 61–73, 2020.

[11] D. Anggara, F. Franto, and G. Guskarnali, "Evaluasi match factor alat gali-muat dan angkut untuk meningkatkan produktivitas stripping overburden PT Cipta Kridatama," *Jurnal Himasapta*, vol. 9, no. 1, pp. 13–20, 2024.

[12] P. p Tampubolon, N. D. Marpaung, and R. Sitohang, "EVALUASI KINERJA ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTK PENCAPAIAN PTODUKSI DI PT. TRIMATA BENUA DESA BENTAYAN KEC, TUNGKAL ILIR KAB, BANYUASIN SUMATRA SELATAN," *Jurnal Sains dan Teknologi ISTP*, vol. 18, no. 2, pp. 167–173, 2023.

[13] Y. D. G. Cahyono and F. H. Saputra, "Evaluasi geometri jalan angkut pada penambangan batu andesit desa kalisari kecamatan banyuglugur kabupaten situbondo," in *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN)*, 2021, pp. 43–50.

[14] E. Enos, K. C. Utama, and R. Fadhilah, "PENERAPAN METODE V-SHAPE LOADING UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PC-2000 & PC-1250 DI PIT 10 & 11 MADHANI TALATAH NUSANTARA PT. ARUTMIN INDONESIA TAMBANG ASAMASAM," *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, vol. 1, no. 1, pp. 69–80, 2019.

[15] M. taufik Toha, R. Novanda, and R. Busyaf, "Analisis Efisiensi Kerja Dan Produktivitas Pengangkutan Batubara Sistem Shovel–Dump Truck," *Jurnal Pertambangan*, vol. 3, no. 3, pp. 34–39, 2019.

[16] J. G. Wahono and Y. D. G. Cahyono, "Evaluasi Penggunaan Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Peningkatan Produktivitas Andesit Di PT. Bina Nugrahautama Kec. Kejayan Kab. Pasuruan Prov. Jawa Timur," in *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN)*, 2020, pp. 569–576.

[17] Komatsu Ltd, *SPECIFICATIONS & APPLICATION HANDBOOK*, 32nd ed. Japan: Komatsu Ltd, 2019.