

Kajian Produktivitas dan Keserasian Alat Gali Muat dengan Alat Angkut pada Kegiatan Coal Getting di Seam 5 Pit Granit Extend PT. Cipta Bersama Sukses Jobsite PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal, Desa Beji Mulyo, Kecamatan Tungkal Jaya, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan

Silvia Suryanita^{1*}, Riko Maiyudi^{1**}

¹Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*silviasuryanita49892@gmail.com

**rikomaiyudi@ft.unp.ac.id

Abstract. *PT. Cipta Bersama Sukses is one of the industries engaged in coal mining South Sumatra, which is one of the contractors working with PT. BSPC. One of the problems is a mismatch between the excavator and dump trucks, the result is a delay during production operations, for this reason a study is needed on the compatibility of the digging and hauling equipment in order to achieve production targets. It is necessary to calculate the productivity of the loading and hauling equipment in coal production activities. After analyzing the data, it was found that the productivity achieved by the CAT 330GC excavator for 1 working hour from actual measurements in the field was 156.27 MT. Meanwhile Hino FM 260JD dump truck for 1 working hour from actual measurements in the field is 31.52 MT. In coal getting activities at PT. CBS uses a 1:3 fleet with 1 excavator and 3 dump trucks. Based on measurements in the field, the cycle time of the excavator is 19.11 seconds and the conveyance is 731.9 seconds. From this description, the match factor is 0.63 or $MF < 1$, meaning that the excavator is waiting for the dump truck digger.*

Keywords: *Productivity, Loader, Hauler, Match Factor*

1. Pendahuluan

PT. Cipta Bersama Sukses merupakan salah satu industri yang bergerak dibidang pertambangan batubara di Desa Beji Mulyo, Kecamatan Tungkal Jaya, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Sistem Penambangan pada tambang PT. Cipta Bersama Sukses site Tungkal Jaya menggunakan metode penambangan terbuka. Banyak faktor yang menunjang keberhasilan kegiatan penambangan itu salah satunya yaitu produksi. PT. Cipta Bersama Sukses merupakan kontraktor dari dua kontraktor lainnya yang bekerja sama dengan PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal (PT. BSPC).

Produksi adalah kegiatan untuk menghasilkan suatu bahan galian. Pada saat dilapangan ada dua kegiatan operasi produksi yaitu produksi batubara serta *overburden* dimana pada kegiatan penambangannya menggunakan Peralatan mekanis. Pada suatu penambangan Peralatan mekanis sangatlah penting demi keberhasilan kegiatan penambangan, maka perhitungannya harus dilakukan dengan pas agar kemampuan unit dapat digunakan secara optimal [1].

Produksi yang optimal tentu akan meningkatkan keuntungan perusahaan. Pengoptimalan produksi penambangan harus memperhatikan beberapa faktor seperti kondisi jalan yang memadai, efisiensi kerja alat

dan keserasian (*match factor*) antara alat gali muat dan alat angkut [2].

Kegiatan penambangan di PT. Cipta bersama Sukses Jobsite PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal menggunakan alat-alat mekanis berupa kombinasi dari alat angkut dump truck serta alat gali muat *excavator* untuk melakukan kegiatan *coal getting*. Peralatan mekanis sangat mendukung kegiatan produksi maupun untuk memaksimalkan hasil dari target produksi seperti *motor grader, bulldozer, water truck dan fuel truck*. Untuk mencapai hasil produksi yang ditargetkan, kegiatan penambangan harus dilakukan dengan secepat dan sebaik mungkin. Salah satu masalah yang dihadapi pada kegiatan produksi PT. Cipta Bersama Sukses yaitu terdapat ketidakserasian antara alat gali muat dan alat angkut, sehingga terjadinya waktu tunggu (*delay*) saat operasi produksi, maka diperlukan kajian terhadap keserasian alat gali muat dan alat angkut agar dapat mencapai target produksi.

Untuk mendapatkan pencapaian target produksi *coal getting* yang sudah direncanakan, diperlukan perhitungan produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan *coal getting*. Untuk itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan *coal getting* di PT. Cipta Bersama Sukses dan

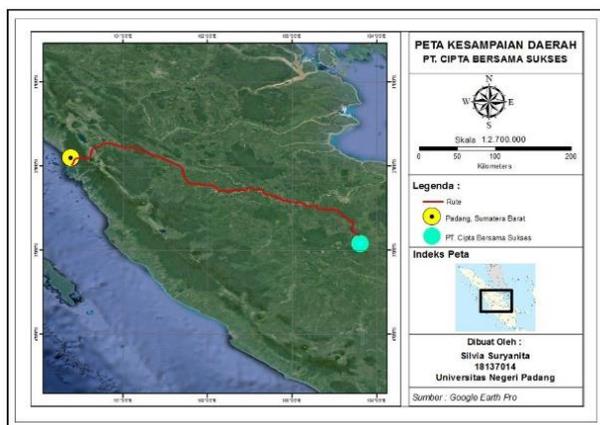
menganalisis keserasian alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan coal getting di PT. Cipta Bersama Sukses. Seiring dengan permasalahan di atas penulis mengangkat topik tentang “Kajian Produktivitas dan Keserasian Alat Gali Muat dengan Alat Angkut pada Kegiatan Coal Getting di Seam 5 Pit Granit Extend PT. Cipta Bersama Sukses Jobsite PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal, Desa Beji Mulyo, Kecamatan Tungal Jaya, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan”.

2. Lokasi Penelitian

2.1 Lokasi Kesampaian Daerah

Wilayah izin usaha pertambangan (IUP) PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal terletak pada posisi 103° 52’30” BT – 103°57’31” dan 2°12’07” LS – 2°11’30” LS. Lokasi PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal terletak di Desa Bero Jaya, Kec. Tungal Jaya, Kab. Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Secara administratif, wilayah pertambangan batubara terletak di Desa Beji Mulyo, Kecamatan Tungal Jaya, Wilayah Administratif Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Untuk mencapai tempat ini anda bisa menggunakan beberapa jalan alternatif yaitu jalan tanah Jl. Lintas Sumatera dan Jl. Muara Bungo-Jambi dengan jarak ± 620 km dapat ditempuh dalam ± 15 jam dan dengan pesawat ke Padang-Jakarta-Palembang-Desa Berojaya Timur dalam waktu 2 jam 50 menit.

Peta kesampaian daerah penelitian ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. CBS

2.2 Keadaan Litologi dan Geologi

2.2.1. Keadaan Litologi

Berdasarkan litologi geologi daerah, daerah penelitian terdiri dari tiga formasi yaitu Formasi Airbenakat (Tma) menempati 3%, Muara Enim (Tpm) 94% dan Formasi Aluvial (Qh) 3% dari daerah penelitian. Berdasarkan hasil pembaroran dan pemetaan permukaan, secara rinci litologi daerah penelitian adalah sebagai berikut:

- *Top soil* :
Abu-abu kecoklatan, lepas sebagian, butir kasar halus, terpilah baik, porositas baik, tebal lapisan 0,2-1 meter.
- Batupasir kuarsa yang dapat dibulatkan:
Coklat-kuning, sebagian longgar, berbutir halus dan sedang, tersortir dengan baik, porositas baik, padat, ketebalan lapisan hingga lima meter.
- Batulumpur:
Warna abu-abu hingga abu-abu muda, padat, berlapis-lapis setebal empat meter.
- Penggunaan batubara keras:
Warna coklat hingga hitam kecoklatan, lapisan tipis, padat, mengandung karbon, ketebalan lapisan 0,1-0,20 meter.
- Tanah liat karbon:
Warna hitam keabu-abuan, karbonat, ketebalan lapisan 1-8 meter.
- Sisipan Batubara
Hitam, bulat, kekerasan sedang, matte, lapisan tipis mengkilap, sedikit resin, garis-garis coklat, ketebalan lapisan 1,7-4,7 meter. Lapisan batubara di daerah penelitian ditemukan trend/arah dari N 260°BT sampai N 290°BT dengan kemiringan lapisan 6°-10°.

2.2.2. Struktur Geologi

Berdasarkan informasi dari data pembaroran dan logging geofisika, lokasi penelitian terletak di daerah antiklin dan sesar. Untuk menghitung sarana kelas sedang. Secara umum kemiringan lapisan dan lapisan batubara bervariasi antara 6° dan 10°, sedangkan arah umum lapisan relatif barat-timur hingga barat-timur laut-tenggara.

3. Kajian Teori

3.1. Faktor ketersediaan Alat Mekanis

Perhitungan faktor ketersediaan peralatan mekanis terbagi empat bagian diantaranya:

3.1.1. Mechanical Availability (MA)

Mechanical availability merupakan faktor yang menunjukkan ketersediaan suatu alat dari waktu alat yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat [3]. *Mechanical availability* dapat dihitung dengan persamaan (1) berikut ini :

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- W = waktu kerja alat
- R = waktu perbaikan alat

3.1.2. Physical Availability (PA)

Physical availability adalah faktor ketersediaan yang menunjukkan berapa jam (waktu) suatu alat digunakan selama seluruh waktu kerjanya (jam operasional). Total waktu kerja meliputi waktu kerja, perbaikan dan waktu tunggu. Waktu siaga adalah waktu ketika peralatan bekerja atau utuh tetapi tidak digunakan karena satu dan lain hal selama operasi penambangan. Ingatlah bahwa giliran kerja yang tidak dibayar tidak dihitung sebagai jam panggilan. Jadwal tersebut meliputi waktu kerja, waktu perbaikan dan waktu siaga [3]. Nilai *Physical availability* dapat dihitung dengan persamaan (2) berikut ini:

$$PA = \frac{W+S}{W+S+R} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- W = waktu kerja alat (jam)
- R = waktu perbaikan alat (jam)
- S = waktu *standby* alat (jam)

3.1.3. Use Availability (UA)

Penggunaan alat menunjukkan persentase dari waktu yang digunakan alat untuk beroperasi dalam keadaan alat tidak rusak (waktu *standby*). Apabila persentase rendah, artinya pengoperasian alat masih banyak terkendala [4]. Nilai *Use of Availability* bisa didapati dengan rumus (3) berikut ini:

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- W = waktu kerja alat (jam)
- S = waktu *standby* alat (jam)

3.1.4. Effective Utilization (EU)

Effective utilization merupakan persentase dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Nilai EU inilah yang digunakan sebagai efisiensi kerja suatu alat [3]. Nilai *Effective Utilization* dapat dihitung dengan persamaan (4) di bawah ini:

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- W = waktu kerja alat (jam)
- R = waktu perbaikan alat (jam)
- S = waktu *standby* alat (jam)

3.2. Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Optimalisasi Alat Mekanis

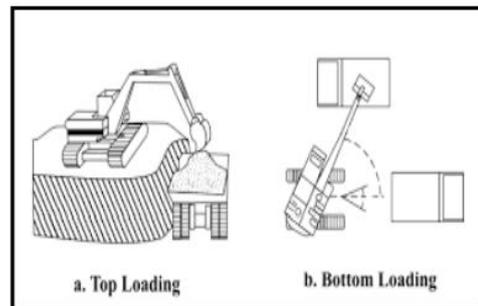
3.2.1. Faktor Tempat Kerja

Tempat kerja harus memenuhi persyaratan untuk memenuhi tujuan produksi dan juga aman untuk menempatkan dan memindahkan peralatan [5]. Salah satu kondisi tempat kerja yang baik yaitu *front loading* yang

bagus, agar alat gali muat tidak mempunyai waktu edar yang lama.

3.2.2. Pola Pemuatan

- Pemuatan atas
Top loader adalah alat galian yang melakukan pekerjaan galian dengan memposisikan diri pada tingkat pengangkutan atau lebih tinggi.
- Memuat dari bawah
Loader bawah adalah alat galian yang melakukan pekerjaan galian dengan cara menempatkan diri pada ketinggian atau posisi yang sama dengan alat angkut. Pola pemuatan ditunjukkan pada gambar berikut .



Gambar 2. Pola Pemuatan

Pola pemuatan mempengaruhi waktu siklus dan faktor pengisian bucket karena pemuatan excavator dengan pola pemuatan atas menghilangkan lebih banyak material dan waktu siklus lebih cepat daripada pemuatan bawah, yang juga memengaruhi nilai bucket yang dihasilkan. faktor pengisian kecil dan waktu siklus panjang [6].

3.2.3. Kapasitas bucket dan fill factor

Kapasitas *bucket* pada alat muat adalah faktor utama yang mempengaruhi produksi alat muat. Semakin besar kapasitas *bucket*, maka akan semakin besar produksi alat tersebut [7].

Fill factor adalah faktor pengisian *bucket* yang berpengaruh pada pemenuhan kapasitas *bucket* [8]. Rumus untuk mencari nilai fill factor dapat dilihat dari persamaan (5) di bawah ini:

$$Bff = \frac{Va}{Vt} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- Bff = *bucketfill factor*
- Va = volume aktual
- Vt = volume teoritis

3.2.4. Swell factor (Sf)

Swell factor (faktor pengembangan) adalah pengembangan volume suatu material setelah digali [9]. Menurut [10], faktor pengembangan material dapat dihitung menggunakan persamaan (6) berikut :

$$Sf = \frac{\text{Volume loose}}{\text{volume insitu}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

Volume loose = volume tanah asli (tom/m³)
 volume insitu = volume tanah setelah digali (tom/m³)

3.2.5. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja diperoleh dengan membandingkan waktu yang hanya digunakan untuk memproduksi batubara dengan rencana jam kerja [11]. Efisiensi kerja dapat dihitung menggunakan persamaan (7) berikut:

$$Ek = \frac{Te}{Tt} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

Te = waktu kerja efektif
 Tt = waktu kerja tersedia

3.3. Waktu Edar (Cycle Time)

Menurut Choudhary (2015), waktu siklus adalah waktu yang diperlukan suatu alat untuk menyelesaikan operasi tertentu dari awal hingga selesai dan siap untuk memulai kembali. Setiap gerakan tanah mekanis, peralatan mekanis bekerja menurut skema tertentu, yang pada dasarnya terdiri dari beberapa komponen waktu siklus, gerakan dalam waktu siklus. [12].

3.3.1. Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu siklus beban pahat dimulai dari penggalian hingga dimulainya penggalian kembali [13]. Waktu belok excavator dipengaruhi oleh jenis dan kondisi material, keterampilan operator, sudut belok, dan efisiensi excavator. Sudut putar adalah sudut putar alat bongkar muat pada saat alat berayun baik dalam ruang penuh maupun ruang kosong. Dalam kondisi nyata pada lapangan yang luas, sudut rotasi selalu bervariasi antara 45° dan 90°, yang memvariasikan nilai waktu siklus penggalian. Semakin besar sudut putaran alat maka waktu siklusnya semakin lama [6]. Waktu siklus ekskavator dan loader dapat dihitung menggunakan Persamaan (8) di bawah ini :

$$CT = Tdg + Tsi + Tdp + Tsk \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

CT = Cycle time
 Tdg = waktu digging
 Tsi = waktu swing isi
 Tdp = waktu dumping
 Tsk = waktu swing kosong

3.3.2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu siklus pengangkutan adalah waktu yang dibutuhkan pengangkutan dari proses pemuatan perangkat pemuatan ke awal pemuatan baru. Untuk menghitung lead time transportasi, dapat digunakan persamaan (9) berikut. [10].

$$CT = Tml + Tl + Th + Tmd + Td + Thk \dots\dots(9)$$

Keterangan :

CT = cycle time
 Tml = waktu manuver loading
 Tl = waktu loading
 Th = waktu hauling isi
 Tmd = waktu manuver loading
 Td = waktu dumping
 Thk = waktu hauling kosong

3.4. Produktivitas Alat

Menurut Burt (2008), optimalisasi produksi di pertambangan dapat meningkatkan produktivitas. Berbagai metode untuk mengoptimalkan dan memilih peralatan untuk meningkatkan produktivitas di industri pertambangan antara lain metode pencocokan faktor, teori antrian, pemrograman linier dan simulasi [12]. Optimalisasi produksi pertambangan dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu optimalisasi kapasitas produksi alat berat, efisiensi tenaga kerja, dll.

Produktivitas tergantung pada kapasitas dan waktu siklus perangkat mekanis. Semakin baik peralatan mesin yang digunakan, maka semakin tinggi pula kinerja alat tersebut [14].

3.4.1. Produktivitas Alat Gali-Muat

Menurut Indonesianto (2005), produktivitas alat gali muat atau *Excavator* bisa didapati dengan rumus (10) di bawah ini :

$$Qm = \frac{(KB \times BF \times SF \times EK \times 3600)}{CT} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

Qm = produktivitas alat gali muat (bcm/jam)
 KB = kapasitas teoritis bucket alat gali muat (m³)
 CTm = waktu edar alat gali muat (detik)

3.4.2. Produktivitas Alat Angkut

Menurut Indonesianto (2005), produktivitas alat angkut atau *dump truck* bisa didapati dengan rumus (11) berikut :

$$Qa = \frac{(n \times KB \times BF \times SF \times EK \times 3600)}{CT} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

Qa = produktivitas alat angkut (bcm/jam)

CTa = waktu edar alat gali muat (detik)

n = jumlah pengisian bak alat angkut

3.5. Faktor Keserasian Kerja (*Match Faktor*)

Faktor kecocokan adalah angka yang menunjukkan tingkat kecocokan antara dua jenis peralatan, yaitu peralatan bongkar muat. Faktor kecocokan telah digunakan sebagai indikator produktivitas di industri pertambangan dan konstruksi selama beberapa dekade. Semua pickup dan loader memiliki tipe yang sama, hal ini dapat diperkirakan dengan menggunakan faktor ekuivalensi [15].

Faktor pencocokan digambarkan sebagai rasio antara produksi alat angkut dan produksi ekskavator. Apabila pembuatan alat angkut identik dengan pembuatan alat bongkar muat, maka dapat diartikan kompatibel [16]. Nilai kompatibilitas kerja antara digger dan loader dapat dihitung dengan persamaan (12) berikut.:

$$\frac{MF = Na \times (CTm \times n)}{Nm \times CTa} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

MF = faktor keserasian kerja (*match factor*)

Na = jumlah alat angkut

Nm = jumlah alat gali muat

Jika, $MF < 1$, ada waktu tunggu untuk *loader*

$MF > 1$, ada waktu tunggu untuk *hauler*

$MF = 1$, tidak ada waktu tunggu untuk *loader* dan *hauler*

4. Metode Penelitian

4.1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian ini nantinya akan menggunakan data berupa angka-angka.

4.2. Teknik Pengumpulan Data

4.2.1. Studi Literatur

Studi Literatur mempelajari teori yang berhubungan dengan topik Praktek Lapangan Industri melalui buku-buku, laporan penelitian yang terdahulu, jurnal dan literatur dari internet yang berhubungan dengan topik yang dibahas.

4.2.2. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder.

- Data primer

Data primer adalah informasi yang dikumpulkan di lapangan dengan cara direkam, diukur dan diwawancarai langsung kepada pengelola lapangan dan penambang. diambil data primer yaitu:

- *Cyle time* alat gali muat
- *Cyle time* alat angkut
- Jumlah *bucket* pengisian
- Jumlah alat dalam satu *fleet*

- Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi terkait penelitian dari literatur dan arsip perusahaan. Data sekunder terbentuk:

- *Fill factor*
- *Swell factor*
- Efisiensi kerja alat
- Spesifikasi alat gali muat
- Spesifikasi alat angkut
- Peta geologi
- Peta topografi
- Data curah hujan

4.2.3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan terhadap data primer dan data sekunder yang telah didapatkan selama kegiatan praktek lapangan industri, yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan produktivitas alat pada kegiatan *coal getting* pada Pit Granit Extend di PT. Cipta Bersama Sukses *Jobsite* PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal serta untuk mendapatkan nilai *match factor excavator* CAT 330GC dan *hauler* DT Hino FM 260JD agar dapat berproduksi secara optimal demi tercapainya target produksi.

5. Hasil Penelitian dan Pembahasan

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1. Ketersediaan Alat Mekanis

a. Ketersediaan *excavator* 307 CAT 330GC

Ketersediaan *excavator* 307 CAT 330GC pada minggu ke-3 bulan Maret 2022 di PT. Cipta Bersama sukses dapat diketahui:

Waktu kerja alat (W) = 90,7 jam

Waktu perbaikan alat (R) = 0 (tidak ada)

Waktu standby alat (S) = 49,3 jam

- *Mechanical Availability* (MA)

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\%$$

$$= \frac{90,7}{90,7+0} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

- *Physical Availability (PA)*

$$PA = \frac{W+S}{W+S+R} \times 100\%$$

$$= \frac{90,7+49,3}{90,7+49,3+0} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

- *Use of Availability (UA)*

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$= \frac{90,7}{90,7+49,3} \times 100\%$$

$$= 64,78\%$$

- *Effective Utilization (EU)*

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \times 100\%$$

$$= \frac{90,7}{90,7+49,3+0} \times 100\%$$

$$= 64,78\%$$

Tabel 1. Data Availability Alat Angkut

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%			
1	Excavator 307 CAT 330GC	100	100	64,78	64,78

b. Ketersediaan *dump truck* Hino FM 260JD

Ketersediaan Hino FM 260JD pada minggu ke-3 bulan Maret 2022 di PT. Cipta Bersama sukses dapat diketahui:

Waktu kerja alat (W) = 87,6 jam

Waktu perbaikan alat (R) = 0 (tidak ada)

Waktu standby alat (S) = 52,4 jam

- *Mechanical Availability (MA)*

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\%$$

$$= \frac{87,6}{87,6+0} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

- *Physical Availability (PA)*

$$PA = \frac{W+S}{W+S+R} \times 100\%$$

$$= \frac{87,6+52,4}{87,6+52,4+0} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

- *Use of Availability (UA)*

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$= \frac{87,6}{87,6+52,4} \times 100\%$$

$$= 62,57\%$$

- *Effective Utilization (EU)*

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \times 100\%$$

$$= \frac{87,6}{87,6+52,4+0} \times 100\%$$

$$= 62,57\%$$

Tabel 2. Data Availability Alat Angkut

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%			
1	<i>Dump truck</i> Hino FM 260JD	100	100	62,57	62,57

5.1.2. Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

a. Produktivitas Alat Gali Muat

Perhitungan produktivitas alat gali muat yaitu *excavator* CAT 330GC untuk kegiatan *coal getting* berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan pada lokasi penambangan di pit granit extend PT Cipta Bersama Sukses *seam* 5.

Diketahui :

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,4 m³

Effisiensi kerja (Ek) = 64,79 %

Cycle time (CTm) = 19,11 detik

Bucket fill factor (Bf) = 68%

Swell factor (Sf) = 65%

$$Qm = \frac{Kb \times Bf \times Sf \times Ek \times 3600}{CT}$$

$$= \frac{2,4 \times 0,68 \times 0,65 \times 0,6479 \times 3600}{19,11}$$

$$= 156,27 \text{ MT}$$

Jadi, dapat disimpulkan dalam 1 jam kerja 1 unit *excavator* CAT 330GC dapat melakukan penggalian sebanyak 129,47 bcm atau 156,27 MT.

b. Produktivitas Alat Angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut yaitu Hino FM 260JD untuk kegiatan *coal getting* berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan pada lokasi penambangan di pit granit extend PT Cipta Bersama Sukses *seam 5*.

Diketahui :

Kapasitas *bucket* (K_b) = 2,4 m³

Effisiensi kerja (E_k) = 62,57%

Cycle time (CT) = 731,9 detik

$$Q_a = \frac{n \times K_b \times B_f \times S_f \times E_k \times 3600}{CT}$$

$$= \frac{8 \times 2,4 \times 0,68 \times 0,65 \times 0,6257 \times 3600}{731,9}$$

$$= 31,52 \text{ MT}$$

Jadi, dapat disimpulkan dalam 1 jam kerja 1 unit DT Hino FM 260JD dapat melakukan penggalian sebanyak 26,12 bcm atau 31,52 MT.

5.1.3. Perhitungan Keserasian Kerja (*Match Factor*)

Perhitungan faktor kesesuaian kerja (*match factor*) harus diketahui untuk menentukan kesesuaian alat bantu mekanik yang digunakan. Dianalisis dengan menghitung faktor kompatibilitas dump truck Hino FM 260JD dan excavator CAT 330GC, maka nilai keselarasan tenaga kerja excavator dan alat angkut dalam pengadaan batubara dapat diperoleh dengan menggunakan informasi berikut.:

Diketahui:

N_a (jumlah alat angkut) = 3

C_{ta} (*cycle time* alat angkut) = 731,9 detik

N_m (jumlah alat gali muat) = 1

CT_m (*cycle time* alat gali muat) = 19,11 detik

n (banyak pengisian) = 8

$$MF = \frac{N_a \times (CT_m \times n)}{N_m \times C_{ta}}$$

$$= \frac{3 \times 19,11 \times 8}{1 \times 731,9}$$

$$= 0,63$$

Berdasarkan perhitungan faktor ekivalensi untuk 3 dump truck Hino FM 260JD dan 1 ekskavator CAT 330GC di atas, faktor ekivalensi < 1 berarti alat bongkar muat excavator harus menunggu pengangkutan DT FM 260JD.

Untuk mengoptimalkan *match factor* antara *loader* dan *hauler*, usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan perbaikan *cycle time loader* dan *hauler*, penambahan alat angkut *dump truck* serta meningkatkan efisiensi kerja unit dan banyak pengisian *bucket*. Pengoptimalan *match factor* dan produktivitas dilakukan dengan metode *trial & error*.

1. Penambahan 2 unit dump truck dari 3 menjadi 5 dump truck, pengisian bucket 8 kali, perbaikan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat menjadi 18 detik, dan waktu edar (*cycle time*) alat angkut menjadi 720 detik dengan pemakaian 1 excavator CAT 330GC. Nilai pengoptimalan *match factor* dapat dicari menggunakan persamaan (12) berikut:

$$MF = \frac{N_a \times (CT_m \times n)}{N_m \times C_{ta}}$$

$$= \frac{5 \times 18 \times 8}{1 \times 720}$$

$$= 1$$

Pengoptimalan produktivitas yaitu dengan meningkatkan nilai fill factor menjadi 0,75 dan efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut menjadi 65%. Untuk mencari nilai pengoptimalan produktivitas alat gali muat dapat menggunakan persamaan (10) berikut:

$$Q_m = \frac{K_b \times B_f \times S_f \times E_k \times 3600}{CT}$$

$$= \frac{2,4 \times 0,75 \times 0,65 \times 0,65 \times 3600}{18}$$

$$= \frac{2737,8}{18}$$

$$= 152,1 \text{ bcm/jam}$$

$$= 183,58 \text{ MT/jam}$$

Untuk mencari nilai pengoptimalan produktivitas alat angkut dapat menggunakan persamaan (11) berikut:

$$Q_a = \frac{n \times K_b \times B_f \times S_f \times E_k \times 3600}{CT}$$

$$= \frac{8 \times 2,4 \times 0,75 \times 0,65 \times 0,65 \times 3600}{720}$$

$$= \frac{21902,4}{720}$$

$$= 30,42 \text{ bcm/jam}$$

$$= 36,72 \text{ MT/jam}$$

2. Penambahan pengisian bucket menjadi 10 kali dan penambahan 1 unit DT dari 3 menjadi 4, perbaikan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat menjadi 19 detik, dan waktu edar (*cycle time*) alat angkut menjadi 760 detik dengan pemakaian 1 excavator CAT 330GC. Nilai pengoptimalan *match factor* dapat dicari menggunakan persamaan (12) berikut:

$$MF = \frac{N_a \times (CT_m \times n)}{N_m \times C_{ta}}$$

$$= \frac{4 \times 19 \times 10}{1 \times 760}$$

$$= 1$$

Pada pengoptimalan produktivitasnya yaitu meningkatkan nilai fill factor menjadi 0,75 dan efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut menjadi 65%. Untuk mencari nilai pengoptimalan produktivitas alat gali muat dapat menggunakan persamaan (10) berikut:

$$Q_m = \frac{K_b \times B_f \times S_f \times E_k \times 3600}{CT}$$

$$= \frac{2,4 \times 0,75 \times 0,65 \times 0,65 \times 3600}{19}$$

$$= \frac{2737,8}{19}$$

$$= 144,09 \text{ bcm/jam}$$

$$= 173,92 \text{ MT/jam}$$

Untuk mencari nilai pengoptimalan produktivitas alat angkut dapat menggunakan persamaan (11) berikut:

$$Q_a = \frac{n \times K_b \times B_f \times S_f \times E_k \times 3600}{CT}$$

$$= \frac{10 \times 2,4 \times 0,75 \times 0,65 \times 0,65 \times 3600}{760}$$

$$= \frac{27378}{760}$$

$$= 36,02 \text{ bcm/jam}$$

$$= 43,48 \text{ MT/jam}$$

Tabel 3. Pengoptimalan *Match Factor* dan Produktivitas

No	1	2	3
n	8	10	8
Nm	1	1	1
Na	5	4	3
Kb (m ³)	2,4	2,4	2,4
Ff	0,75	0,75	0,68
Sf	0,65	0,65	0,65
Ek	Exc	0,65	0,65
	DT	0,65	0,65
CTm (detik)	18	19	19,11
CTa (detik)	720	760	731,9
Qm (MT/jam)	183,58	173,92	156,28
Qa (MT/jam)	36,72	43,48	31,52
Match factor	1,00	1,00	0,63

Ket :

- No 1 dan no 2 merupakan pengoptimalan *match factor* dan produktivitas yang direkomendasikan
- No 3 merupakan perhitungan dengan data aktual

5.2. Pembahasan

Survey ini dilakukan pada bulan Maret 2022 di Seam 5 Pit Granite Extend PT. Cipta Bersama Sukses Situs Konstruksi PT. Di Bhumi Sriwijaya Perdana Coal, Desa Beji Mulyo, Kecamatan Tungkal Jaya, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, unit yang disurvei meliputi 1.307 excavator CAT 330GC dan 1 dump truck Hino FM 260JD. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis produktivitas alat bongkar muat pada operasi pemasokan batubara dan menganalisis kesesuaian alat angkut pada operasi sumber batubara PT. Menciptakan kesuksesan bersama. Berdasarkan hasil analisis data, hasil produktivitas excavator CAT 330GC selama 1 jam kerja pengukuran lapangan aktual adalah 156,27 MT. Hasil produktivitas dump truck Hino FM 260JD selama 1 jam kerja dari pengukuran aktual di lapangan adalah 31,52 MT.

Setelah menghitung produktivitas alat, penelitian ini juga menghitung faktor kecocokan antara traktor dan excavator. Perhitungan faktor ekuivalensi dilakukan untuk mengetahui kecocokan alat mekanik yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis, 1 buah excavator dengan waktu tempuh 19,11 detik dan 3 buah dump truck dengan waktu tempuh 731,9 detik mendapatkan nilai MF sebesar 0,63. Karena nilai MF < 1, dimana fasilitas bongkar muat menunggu saat angkutan beroperasi penuh.

Pekerjaan dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kompatibilitas antara loader dan konveyor dengan meningkatkan waktu siklus loader dan konveyor, meningkatkan pengangkutan truk sampah dan efisiensi kerja unit, serta mengisi banyak ember. Ada dua cara untuk mengoptimalkan faktor penyesuaian dan produktivitas dengan trial and error, yaitu mulai dengan menambah 2 unit forklift dari 3-5 loader, mengisi bucket sebanyak 8 kali, meningkatkan cycle time excavator dan loader menjadi 18 detik. dan waktu siklus pengangkutan adalah 720 detik dengan 1 ekskavator. Oleh karena itu, dari uraian alternatif pertama, nilai adjustment factor (MF) sama dengan 1 yang berarti tidak perlu menunggu alat galian dan alat angkut. Produktivitas dioptimalkan dengan meningkatkan faktor pengisian menjadi 0,75 dan efisiensi kerja peralatan penggalian dan pengangkutan menjadi 65%. Kedua, meningkatkan pengisian bucket menjadi 10 kali dan 1 unit dump truck dari 3 menjadi 4, meningkatkan waktu siklus shovel dan loader menjadi 19 detik dan waktu siklus alat transportasi menjadi 760 detik dengan satu ekskavator. Jadi, dari uraian opsi kedua dapat disimpulkan bahwa nilai faktor koreksi (MF) sama dengan 1, yang berarti tidak ada waktu tunggu untuk peralatan penggalian dan pengangkutan.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan perhitungan yang dilakukan dari data lapangan dan pembahasan dari bab sebelumnya, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil produktivitas yang dicapai alat gali muat excavator CAT 330GC selama 1 jam kerja dari pengukuran aktual di lapangan adalah sebesar

156,27 MT. Hasil produktivitas yang dicapai alat angkut dump truck Hino FM 260JD selama 1 jam kerja dari pengukuran aktual di lapangan adalah 31,52 MT.

- Pada kegiatan *coal getting* di PT. Cipta Bersama Sukses memakai fleet 1:3 dengan 1 alat gali muat *excavator* CAT 330GC dan 3 alat angkut dump truck Hino FM 260JD dari pengukuran di lapangan didapatkan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat yaitu 19,11 detik dan waktu edar (*cycle time*) alat angkut yaitu 731,9 detik. Dari uraian tersebut maka didapatkan nilai keserasian alatnya (*match factor*) yaitu 0,63 atau $MF < 1$, artinya alat gali muat *excavator* CAT 330GC menunggu alat gali angkut *dump truck* Hino FM 260JD, berdasarkan pengamatan di lapangan yang menyebabkan *excavator* menunggu yaitu karena proses dumping di *stockrom* lama yang disebabkan oleh *stockrom* yang *overload* dan jalan untuk dump truck kurang baik sehingga alat angkut lama sampai di *front loading*.

6.2. Saran

Saran yang penulis berikan terhadap kegiatan *coal getting* di PIT Granit Extend, PT. Cipta Bersama Sukses *Jobsite* PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal yaitu:

- Dari hasil pengoptimalan *match factor* dan produktivitas, penulis menyarankan 2 pilihan kepada PT. Cipta Bersama Sukses dalam kegiatan *coal getting* yaitu:
 - Penambahan 2 unit DT dari 3 menjadi 5 DT, pengisian *bucket* 8 kali, perbaikan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat menjadi 18 detik, dan waktu edar (*cycle time*) alat angkut menjadi 720 detik dengan pemakaian 1 *excavator* CAT 330GC, sehingga didapatkan nilai keserasian alatnya 1. Pengoptimalan produktivitas yaitu dengan meningkatkan nilai *fill factor* menjadi 0,75 dan efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut menjadi 65%, maka produktivitas alat gali muat meningkat menjadi 183,58 MT/jam dan produktivitas alat angkut meningkat menjadi 36,72 MT/jam.
 - Penambahan pengisian *bucket* menjadi 10 kali dan penambahan 1 unit DT dari 3 menjadi 4, perbaikan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat menjadi 19 detik, dan waktu edar (*cycle time*) alat angkut menjadi 760 detik dengan pemakaian 1 *excavator* CAT 330GC, sehingga didapatkan nilai keserasian alatnya 1. Jika nilai *match factornya* 1, artinya tidak ada waktu tunggu alat. Pada pengoptimalan produktivitasnya yaitu meningkatkan nilai *fill factor* menjadi 0,75 dan efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut menjadi 65%, maka produktivitas alat gali muat meningkat menjadi 173,92 MT/jam dan produktivitas alat angkut meningkat menjadi 43,48 MT/jam.

- Kedepannya pada kegiatan *coal getting* menggunakan alat angkut (*dump truck*) terkhusus, dalam artian menggunakan dump truck yang memiliki penutup pintu belakang vessel agar muatannya tidak tumpah dan jumlah pengisian *bucketnya* dapat dinaikkan lagi sehingga meningkatkan produktivitas unit *dump truck*.
- Memperbaiki *sycle time* alat gali muat dan alat angkut PT. Cipta Bersama Sukses sebaiknya lebih memperhatikan jalan tambang, karena jalan angkut yang kurang baik akan memperbesar *cycle time* alat angkut menuju *stockrom* dan untuk mengatasinya perlu dilakukan pemerataan jalan secara berkala oleh alat *supporting*.
- Merapikan area *stockrom* agar *stockrom* tidak *overload* sehingga ketika dump truck manufer dumping tidak terganggu.
- Penambahan *dump truck* pada kegiatan *coal getting* sebaiknya perusahaan memperhitungkan secara ekonomis terlebih dahulu.
- Meningkatkan pengawasan terhadap kegiatan penambangan, agar waktu kerja efektif dan efisiensi alat dapat meningkat, sehingga perusahaan dapat mencapai target produksi yang telah ditetapkan.

Referensi

- [1] A. Yulianto, "Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penimbunan Overburden Pit 10 di PT. Berkat Tambang Sejahtera, Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan," *Jurnal Himasapta*, 2021.
- [2] Y. M. Anaperta, "Evaluasi Keserasian (*match factor*) Alat Muat dan Alat Angkut dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di PIT X PT Y," *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan*, vol. VOL. 9 NO. 1, 2016.
- [3] Y. Indonesianto, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Yogyakarta: CV. Awan Poetih, 2014.
- [4] S. Saliman, "Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut untuk Mencapai Target Produksi Tambang Grasberg, PT. Freeport Indonesia," *Indonesian Mining and Energy Journal*, pp. 24-30, 2019.
- [5] Suryaputra, "Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup PT. Marunda Graha Mineral di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah," *Skripsi, Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta*, 2009.
- [6] A. Khair, "Evaluasi Pencapaian Target Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Aktivitas Pemindahan Overburden Di PIT 1 Blok 15 PT.

- Rimau Energy Mining, Site Putut Tawuluh,” *Jurnal Himasapta*, pp. 17-24, 2019.
- [7] F. Saputra, “Kajian Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden di PIT S5 Selatan,” *Indonesian Mining and Energy Journal*, pp. 29-39, 2018.
- [8] R. Anisari, “Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di PIT 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan,” *Jurnal INTEKNA*, pp. 1-100, 2016.
- [9] N. Oemiati, “Analisa Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Lapisan Tanah Penutup (Overburden),” 2020.
- [10] Peurifory, *Construction Planning, Equipment, and Method*, New York: McGraw-Hill, 2006.
- [11] Nursidah, “Produksi Serta Total Biaya Penggalian dan Pengangkutan Batubara,” *Jurnal Pertambangan*, 2019.
- [12] A. U. Permana, “Optimization of Heavy Equipment Capabilities in The Framework of Productivity and Coal Mining Business Sustainability: Case Study of East Kalimantan Mining Area,” *Journal of Economics and Business*, 2020.
- [13] Hadi, “Kajian Teknis Alat Muat dan Alat dan Alat Angkut untuk Mengoptimalkan Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit UWPT Borneo Alam Semesta,” *Jurnal teknologi Pertambangan*, 2015.
- [14] M. Nasuhi, “Optimalisasi dan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Tambang Batu Granit PT Vitrama Properti di Desa Air Mesu, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah,” *Jurnal Mineral*, pp. 8-15, 2017.
- [15] J. E. Cheng, “Match Factor Determination Of Excavator-Truck Combination In Surface Mining : Case Study Of Merit Pila Coalfield, Sarawak,” *Geological Behavior*, pp. 28-29, 2019.
- [16] W. a. Morgan, “Determining Shovel-Truck Productivity,” *Determining Shovel-Truck Productivity*, pp. 76-80, 1968.