

Produktivitas *Excavator Class PC-2500 dan PC-2000* pada Pembuatan *Temporary Sump Paris Barat*

Zaky Zakaria A, Yunus Ashari *, Noor Fauzi Isniarno

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

zakyzakariaalkautsar@gmail.com, yunus_ashari@yahoo.com, noor.fauzi.isniarno@gmail.com

Abstract. PT Adaro Indonesia will be in the area of Overburden Loading and Temporary Sump Manufacturing West Paris Bottom Pit South Tutupan. West Paris Sump will be excavated with mud, so a temporary sump is needed to accommodate the water that must be diverted from the West Paris Sump during the mud excavation. So it is necessary to select mechanical tools so that the manufacture of temporary sump can be completed in May 2024. The data analysis technique carried out in this study is by using a comparative method. This comparative method compares two data for a problem-solving approach. This study compares data on work efficiency, productivity and production results from overload loading using excavator class PC-2500 and PC-2000. The productivity and production of the excavation equipment can be determined by collecting data on cycle time, material density, fill factor, swell factor, and drag time. The productivity of the PC-2500 is 712,24 Bcm/hour/tool with a production of 13.209,37 BCM/day, then the formation of a temporary sump with a material volume that must be loaded of 123.838,356 BCM will be completed within 9 days. The productivity of the excavator equipment class PC-2000 is 888,16 Bcm/hour/tool with a production of 18.873,07 BCM/day, then the formation of temporary sump will be completed within 7 days. The construction of the West Paris temporary sump using the PC-2000 class excavator could not be completed within 7 days. Due to the large amount of time obstacles that occur such as rain obstacles which on average reach 104,80 minutes/day, causing the efficiency of the equipment to be 84,53%.

Keywords: *Work Efficiency, Productivity, Production.*

Abstrak. PT Adaro Indonesia akan area Pemuatan *Overburden* dan Pembuatan *Temporary Sump Paris Barat Bottom Pit South Tutupan*. *Sump Paris Barat* akan dilakukan penggalian lumpur, maka diperlukan *sump* sementara (*temporary sump*) untuk menampung air yang harus dialihkan dari *Sump Paris Barat* selama penggalian lumpur dilakukan. Sehingga diperlukan pemilihan alat mekanis agar pembuatan *temporary sump* dapat terselesaikan pada bulan Mei 2024. Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu dengan menggunakan metode komparatif. Metode komparatif ini membandingkan dua data untuk dilakukan pendekatan penyelesaian masalah. Penelitian ini membandingkan data efisiensi kerja, produktivitas dan produksi hasil dari pemuatan *overburden* dengan menggunakan alat gali-muat excavator *class PC-2500 dan PC-2000*. Produktivitas dan produksi alat gali-muat tersebut dapat diketahui dengan melakukan pengambilan data *cycle time*, *density* material, *fill factor*, *swell factor*, dan waktu hambatan. Produktivitas dari PC-2500 sebesar 712,24 Bcm/jam/alat dengan produksi sebesar 13.209,37 BCM/Hari, maka pembentukan *temporary sump* dengan volume material yang harus dimuat sebesar 123.838,356 BCM akan terselesaikan dalam waktu 9 hari. Produktivitas alat excavator *class PC-2000* sebesar 888,16 Bcm/jam/alat dengan produksi sebesar 18.873,07 BCM/Hari, maka pembentukan *temporary sump* akan terselesaikan dalam waktu 7 hari. Pembuatan *temporary sump* paris barat dengan menggunakan alat excavator *class PC-2000* tidak dapat terselesaikan dalam waktu 7 hari. Dikarenakan banyaknya waktu hambatan yang terjadi seperti hambatan hujan yang rata-rata mencapai 104,80 menit/Hari, menyebabkan efisiensi alat menjadi 84,53%.

Kata Kunci: *Efisiensi Kerja, Produktivitas, Produksi.*

A. Pendahuluan

Pertambangan telah lama menjadi pemain kunci dalam pembangunan ekonomi, lapangan kerja, infrastruktur, dan pasokan bahan mentah penting bagi masyarakat (Worlanyo, A. S., 2021). Salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan saat ini adalah batubara, batubara merupakan sumber daya alam dengan jumlah cadangan yang memadai serta cukup berpotensi untuk dimanfaatkan di Indonesia (Sefrizni, A., 2019). Akan tetapi untuk mendapatkan atau mengekstrak batubara itu sendiri, perlu dilakukan pemuatan lapisan penutup terlebih dahulu yang biasa dikenal dengan istilah *overburden*. Dalam suatu kegiatan penambangan, peralatan mekanis mutlak dibutuhkan guna menunjang kegiatan penambangan itu sendiri.

Tanah penutup (*overburden*) adalah semua lapisan tanah / batuan berada di atas dan langsung menutupi lapisan bahan galian berharga sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dapat menggali bahan galian berharga tersebut (Oemiati, N., 2020). Pada kegiatan pertambangan batubara, ada dua operasi produksi yang dilakukan yaitu produksi *overburden* dan juga produksi batubara, yang mana untuk menghasilkan produksi tersebut digunakan peralatan mekanis yang sangat berperan penting dalam menunjang keberhasilan proses kegiatan produksi (Mahesa, R. T., 2021). Faktor yang mempengaruhi tercapainya target produksi pada kegiatan penambangan diantaranya jumlah fleet, waktu efektif, produktivitas, dan air. Air limpasan yang tidak terkontrol dengan baik akan menghambat berlangsungnya proses kegiatan penambangan. Air limpasan tersebut dapat dikontrol dengan dilakukannya pembuatan *sump*, manajemen pompa, dan jalur *drainage*.

Pemuatan *Overburden* yang dilakukan pada daerah penelitian kali ini dilakukan untuk menyediakan kebutuhan *temporary sump*. Pemuatan lapisan tanah penutup (*overburden*) merupakan salah satu kegiatan yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan penambangan, semakin tinggi produktivitas dan jam kerja pada kegiatan pemuatan *overburden* maka produksi akan semakin tinggi (Zarly, Y. f., 2019). Dengan demikian maka perlu untuk dilakukannya analisis terhadap alat gali-muat *class* PC-2500 dan PC-2000 yang bekerja pada lokasi penambangan *overburden*, guna mencapai target produksi pembuatan *temporary sump* yang harus terselesaikan pada bulan Mei Tahun 2024. Tercapainya target produksi yang telah ditentukan dipengaruhi oleh banyaknya hambatan-hambatan yang terjadi pada saat kegiatan penambangan berlangsung. Ketersediaan alat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ketercapaian produksi alat gali muat dan alat angkut (Rianto, D. J., 2023).

B. Metode

Metodologi penelitian mencakup teknik pengambilan data, teknik pengolahan data, dan teknik analisis data yang digunakan untuk menyusun penelitian ini. Dibawah ini merupakan metode yang dapat digunakan dalam kegiatan penelitian ini yakni.

1. Data primer, merupakan data yang belum dipublikasi oleh pihak manapun. Yang dimana data primer tersebut didapatkan dari hasil pengamatan dilapangan maupun hasil dokumentasi, diskusi dengan pembimbing dilapangan, dan mine plan engineer dari PT. Adaro Indonesia.
2. Data sekunder, merupakan data yang sudah dipublikasi oleh berbagai pihak, yang dapat diperoleh dari hasil studi literatur, maupaun data yang sudah dimiliki oleh satuan departemen terkait dari PT. Adaro Indonesia.

Teknik pengolahan data yang dilakukan pada hasil kedua jenis data yang sudah didapatkan menggunakan cara penyusunan terlebih dahulu, kemudian perhitungan kapasitas *bucket* aktual, *swell factor*, *fill factor*, waktu edar, waktu hambatan, dan efisiensi kerja alat gali-muat dan angkut dengan menggunakan bantuan *software microsoft excel*. Kemudian akan dilakukan perhitungan terkait produktivitas dan produksi alat gali-muat dan angkut.

Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu dengan menggunakan metode komparatif, yang metode komparatif ini membandingkan dua data untuk dilakukan pendekatan penyelesaian masalah. Kemudian jika data-data sudah terkumpul, maka penulis menggunakan rumus-rumus yang didapatkan hasil dari studi literatur untuk dilakukannya kegiatan analisis data.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Waktu Kerja Produktif Alat Gali-Muat

Waktu kerja produktif pada alat gali-muat excavator class PC-2500 dan PC-2000 pada saat melakukan overburden removal dan waktu produktif alat gali-muat PC-2000 selama proses pembuatan temporary sump dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

3. Waktu produktif rata-rata dari alat gali-muat excavator class PC-2500 pada pemuatan overburden 21,50 Jam;
4. Waktu produktif rata-rata dari alat gali-muat excavator class PC-2000 pada pemuatan overburden 22,00 Jam;
5. Waktu produktif rata-rata dari alat gali-muat excavator class PC-2000 pada pembuatan temporary sump 21,87 Jam.

Waktu Hambatan Alat Gali-Muat

Waktu hambatan yang tercatat selama melakukan pengamatan 2 hari pada alat gali-muat excavator class PC-2500 memiliki total waktu hambatan rata-rata sebesar 177,22 menit. Waktu hambatan *standby* diakibatkan dari hambatan yang tidak dapat dihindari yaitu hujan, dimana rata-rata waktu hujan selama 2 hari pada saat proses pengamatan mencapai 72,00 menit/hari. Waktu hambatan *repair* disebabkan oleh kegiatan *refueling*, dimana rata-rata hambatannya mencapai 5,73 menit/hari. Pengamatan yang dilakukan selama 2 hari pada alat gali-muat excavator class PC-2000 memiliki total waktu hambatan sebesar 45,02 menit/hari dalam kurun waktu 2 hari. Waktu hambatan *standby* terbesar yang dialami oleh alat excavator class PC-2000 pada saat melakukan pemuatan overburden diakibatkan oleh kegiatan operator yang melakukan kegiatan *praying and toilet stop*, dimana rata-rata waktu *praying and toilet stop* selama 2 hari mencapai 20,26 menit/hari, dan waktu hambatan *repair* rata-rata sebesar 5,45 menit/hari, yang diakibatkan oleh kegiatan *refueling*.

Pengamatan yang dilakukan pada kegiatan pembentukan temporary sump yang dikerjakan dengan menggunakan alat gali-muat excavator class PC-2000 memiliki total waktu hambatan rata-rata sebesar 203,03 menit/hari selama kegiatan pembuatan temporary sump berlangsung. Waktu hambatan *standby* terbesar disebabkan oleh hambatan yang tidak dapat dihindari yaitu hujan, dimana waktu hambatan *standby* rata-rata perharinya saja mencapai 177,67 menit/hari. Waktu hambatan *repair* rata-rata pada pembuatan temporary sump sebesar 5,36 menit/hari, yang diakibatkan oleh kegiatan *refueling*.

Waktu Hambatan Alat Angkut

Waktu hambatan total rata-rata yang ada pada alat angkut CAT-777E selama 2 hari pengamatan pada alat gali-muat excavator class PC-2500 di pemuatan overburden sebesar 178,76 menit. Waktu hambatan *standby* terbesarnya disebabkan oleh hujan sebesar 72,00 menit/hari. Pengamatan yang dilakukan selama 2 hari pada alat angkut CAT-777E pada alat gali-muat excavator class PC-2000 pada kegiatan pemuatan overburden memiliki waktu hambatan total rata-rata sebesar 48,44 menit. Waktu hambatan *standby* terbesar disebabkan oleh kegiatan dari operator alat gali-muat excavator class PC-2000 yang melakukan kegiatan *praying and toilet stop* sehingga alat angkut menjadi memiliki waktu *standby* sebesar 20,26 menit/hari.

Pengamatan pada kegiatan pembentukan temporary sump yang dikerjakan dengan menggunakan alat gali-muat excavator class PC-2000 memiliki total waktu hambatan rata-rata sebesar 197,94 menit/hari selama kegiatan pembuatan temporary sump berlangsung. Waktu hambatan *standby* terbesar disebabkan oleh hambatan yang tidak dapat dihindari yaitu hujan, dimana waktu hambatan *standby* rata-rata perharinya saja mencapai 104,80 menit/hari.

Waktu Kerja Efektif Alat Gali-Muat

Waktu kerja efektif dapat dicari dengan menghitung waktu produktif dikurang dengan waktu hambatan, untuk data waktu efektif dari alat gali-muat sebagai berikut:

1. Rata-rata waktu efektif dari PC-2500 pada pemuatan overburden 18,55 Jam;
2. Rata-rata waktu efektif dari PC-2000 pada pemuatan overburden 21,25 Jam;
3. Rata-rata waktu efektif dari PC-2000 pada pembuatan temporary sump 18,48 Jam.

Waktu Kerja Efektif Alat Angkut

Waktu kerja efektif dapat dicari dengan menghitung waktu produktif dikurang dengan waktu hambatan, untuk perhitungannya sebagai berikut:

1. Waktu efektif rata-rata dari CAT-777E pada PC-2500 pemuatan *overburden* 18,52 Jam
2. Waktu efektif rata-rata dari CAT-777E pada PC-2000 pemuatan *overburden* 21,19 Jam
3. Waktu efektif rata-rata dari CAT-777E pada PC-2000 pembuatan *temporary sump* 18,57 Jam

Faktor Pengisian (Fill Factor)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas aktual suatu alat dengan kapasitas baku alat yang dinyatakan dalam persen (%) (Oemiati, N., 2020). Bucket fill factor adalah persentase volume yang sesuai atau sesungguhnya dapat diisikan ke dalam bak truck atau mangkok dibandingkan dengan kapasitas teoritisnya (Ilahi, R.R., 2014). Faktor koreksi terdiri dari faktor pengisian (*fill factor*), dan efisiensi kerja (Oemiati, N., 2020). Faktor pengisian mangkuk atau bilah merupakan perbandingan antara volume material yang ada di dalam mangkuk dengan volume teoritis mangkuk atau bilah. (Prodjosumarto, P., 1993).

Berdasarkan hasil pengamatan, material mass stone sudah dihancurkan (*blasting*) terlebih dahulu sebelum dimuat ke alat angkut, di mana proses ini dilakukan oleh alat gali-muat excavator *class* PC-2500 sehingga didapat faktor pengisian sebesar 73,33%. Faktor pengisian dari alat gali-muat excavator *class* PC-2000 faktor pengisian sebesar 91,67%. Nilai tersebut dipengaruhi oleh material volume aktual dari *bucket* excavator *class* PC-2000, yang memiliki nilai sebesar 12 BCM.

Faktor Pengembangan (Swell Factor)

Di alam material didapati dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian kosong yang terisi dengan udara diantara butir-butirnya (Oemiati, N., 2020). Adanya pengembangan volume material disebabkan oleh kegiatan penggalian atau pengerukan dari tempat asalnya dan perlu diketahui, karena material yang masuk pada bucket maupun vessel adalah material yang telah mengembang volumenya (*loose*) (Tenriajeng, A.T., 2003). Swell factor suatu material yang terdapat dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik sehingga sedikit bagian atau ruang-ruang kosong yang terisi udara akan tetapi jika material tersebut digali dari tempat aslinya, akan terjadi faktor pengembangan (*Swell factor*) (Prodjosumarto, P., 1993).

Material *mud stone* memiliki density insitu 2,37 gr/cm³, dan density *loose* 2,33 gr/cm³. Data density insitu dan density *loose* tersebut dapat digunakan untuk mengetahui nilai dari faktor pengembangan (*swell factor*) dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan berikut:

Nilai faktor pengembangan (*swell factor*)

Diketahui :

- Vinsitu (density insitu) = 2,37 gr/cm³
- Vloose (density *loose*) = 2,33 gr/cm³

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

$$= \frac{2,37 \text{ gr/cm}^3}{2,33 \text{ gr/cm}^3} \times 100\%$$

$$= 98,31\%$$

Material mass stone pada penelitian memiliki nilai faktor pengembangan sebesar 98,31%. Material ini termasuk material yang mudah untuk dimuat, karena memiliki ukuran butir yang kecil.

Waktu Edar Alat Gali-Muat

Waktu edar gali-muat adalah waktu yang dibutuhkan untuk proses kegiatan menggali, mengayun atau *swing* untuk mengisi material, *dumping* atau membuang muatan, mengayun atau *swing* kosong, lalu kembali ke area kerja untuk digging. Adapun waktu yang diperlukan untuk melakukan satu siklus kegiatan diatas disebut waktu siklus/edar (Nurhakim, 2004). Waktu edar (*cycle time*) pada alat gali-muat excavator *class* PC-2500 dan PC-2000 pada saat melakukan pemuatan *overburden* dan selama proses pembuatan *temporary sump* dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan berikut:

1. Waktu edar rata-rata dari alat gali-muat excavator *class* PC-2500 pada pemuatan *overburden*

$$\begin{aligned} t_{Dg} \text{ (Waktu digging detik)} &= 18,57 \text{ detik} \\ t_{Si} \text{ (Waktu swing isi detik)} &= 7,08 \text{ detik} \\ t_{Dp} \text{ (Waktu dumping detik)} &= 3,22 \text{ detik} \\ t_{Sk} \text{ (Waktu swing kosong detik)} &= 6,13 \text{ detik} \\ \text{Jumlah pemuatan 1 vessel} &= 4 \end{aligned}$$

$$CTm_1 = t_{Dg} + t_{Si} + t_{Dp} + t_{Sk} \quad \dots(2)$$

$$\begin{aligned} &= 18,57 \text{ detik} + 7,08 \text{ detik} + 3,22 \text{ detik} + 6,13 \text{ detik} \\ &= 35,03 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dikonversi ke menit} &= \frac{35,03 \text{ detik}}{60} \\ &= 0,58 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Loading 1 vessel} &= 0,58 \text{ menit} \times 4 \text{ pemuatan} \\ &= 2,34 \text{ menit} \end{aligned}$$

2. Waktu edar rata-rata dari alat gali-muat excavator *class* PC-2000 pada pemuatan *overburden*.

$$\begin{aligned} t_{Dg} \text{ (Waktu digging detik)} &= 20,99 \text{ detik} \\ t_{Si} \text{ (Waktu swing isi detik)} &= 6,36 \text{ detik} \\ t_{Dp} \text{ (Waktu dumping detik)} &= 4,06 \text{ detik} \\ t_{Sk} \text{ (Waktu swing kosong detik)} &= 6,71 \text{ detik} \\ \text{Jumlah pemuatan 1 vessel} &= 4 \end{aligned}$$

$$CTm_2 = t_{Dg} + t_{Si} + t_{Dp} + t_{Sk} \quad \dots(3)$$

$$\begin{aligned} &= 20,99 \text{ detik} + 6,36 \text{ detik} + 4,06 \text{ detik} + 6,71 \text{ detik} \\ &= 38,13 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dikonversi ke menit} &= \frac{38,13 \text{ detik}}{60} \\ &= 0,64 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Loading 1 vessel} &= 0,64 \text{ menit} \times 4 \text{ pemuatan} \\ &= 2,54 \text{ menit} \end{aligned}$$

3. Waktu edar rata-rata dari alat gali-muat excavator *class* PC-2000 pada pembuatan *temporary sump*.

$$\begin{aligned} t_{Dg} \text{ (Waktu digging detik)} &= 22,79 \text{ detik} \\ t_{Si} \text{ (Waktu swing isi detik)} &= 7,91 \text{ detik} \\ t_{Dp} \text{ (Waktu dumping detik)} &= 4,44 \text{ detik} \\ t_{Sk} \text{ (Waktu swing kosong detik)} &= 7,69 \text{ detik} \\ \text{Jumlah pemuatan 1 vessel} &= 4 \end{aligned}$$

$$CTm_3 = t_{Dg} + t_{Si} + t_{Dp} + t_{Sk} \quad \dots(4)$$

$$\begin{aligned} &= 22,79 \text{ detik} + 7,91 \text{ detik} + 4,44 \text{ detik} + 7,69 \text{ detik} \\ &= 42,82 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dikonversi ke menit} &= \frac{42,82 \text{ detik}}{60} \\ &= 0,71 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Time Loading 1 vessel} &= 0,71 \text{ menit} \times 4 \text{ pemuatan} \\ &= 2,85 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu Edar Alat Angkut

Berdasarkan data hasil pengamatan di PT. Adaro Indonesia, waktu edar alat angkut diambil dalam kurun waktu per-satu jam kerja. Satu *cycle* alat *angkut* itu terdiri dari mengisi *vessel* (*loading time*), berangkat isi (*travel loaded*), manuver isi, menuangkan muatan (*dumping*), manuver kosong, berangkat kosong (*travel empty*). Alat angkut yang diamati yaitu *dump truck* CAT-777E. Waktu edar alat angkut dapat diketahui dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Waktu edar rata-rata alat angkut CAT-777E pada pemuatan *overburden* PC-2500.

Waktu edar alat angkut (C_{ta}) (menit)

Waktu *manuver* kosong (t_{ma}) (menit) = 0,76 menit

Waktu berangkat kosong (T_b) (menit) = 13,50 menit

Waktu pemuatan (t_i) (menit) = 2,31 menit

Waktu berangkat isi (t_a) (menit) = 18,63 menit

Waktu *manuver* isi (T_{md}) (menit) = 0,78 menit

Waktu *dumping* (T_d) (menit) = 0,57 menit

$$C_{ta_1} = \text{Waktu } manuver \text{ kosong} + \text{Waktu berangkat kosong} + \text{Waktu pemuatan} + \text{Waktu berangkat isi} + \text{Waktu } manuver \text{ isi} + \text{Waktu } dumping \quad \dots(5)$$

$$= 0,76 \text{ menit} + 13,50 \text{ menit} + 2,31 \text{ menit} + 18,63 \text{ menit} + 0,78 \text{ menit} + 0,57 \text{ menit}$$

$$= 36,55 \text{ menit}$$

2. Waktu edar rata-rata alat angkut CAT-777E pada pemuatan *overburden* PC-2000.

Waktu edar alat angkut (C_{ta}) (menit)

Waktu *manuver* kosong (t_{ma}) (menit) = 0,66 menit

Waktu berangkat kosong (T_b) (menit) = 13,29 menit

Waktu pemuatan (t_i) (menit) = 2,59 menit

Waktu berangkat isi (t_a) (menit) = 18,52 menit

Waktu *manuver* isi (T_{md}) (menit) = 0,85 menit

Waktu *dumping* (T_d) (menit) = 0,58 menit

$$C_{ta_2} = \text{Waktu } manuver \text{ kosong} + \text{Waktu berangkat kosong} + \text{Waktu pemuatan} + \text{Waktu berangkat isi} + \text{Waktu } manuver \text{ isi} + \text{Waktu } dumping \quad \dots(6)$$

$$= 0,66 \text{ menit} + 13,29 \text{ menit} + 2,59 \text{ menit} + 18,52 \text{ menit} + 0,85 \text{ menit} + 0,58 \text{ menit}$$

$$= 36,49 \text{ menit}$$

3. Waktu edar rata-rata alat angkut CAT-777E pada proses pembuatan *temporary sump*.

Waktu edar alat angkut (C_{ta}) (menit)

Waktu *manuver* kosong (t_{ma}) (menit) = 0,75 menit

Waktu berangkat kosong (T_b) (menit) = 13,02 menit

Waktu pemuatan (t_i) (menit) = 2,84 menit

Waktu berangkat isi (t_a) (menit) = 15,48 menit

Waktu *manuver* isi (T_{md}) (menit) = 0,75 menit

Waktu *dumping* (T_d) (menit) = 0,70 menit

$$C_{ta_3} = \text{Waktu } manuver \text{ kosong} + \text{Waktu berangkat kosong} + \text{Waktu pemuatan} + \text{Waktu berangkat isi} + \text{Waktu } manuver \text{ isi} + \text{Waktu } dumping \quad \dots(7)$$

$$= 0,75 \text{ menit} + 13,02 \text{ menit} + 2,84 \text{ menit} + 15,48 \text{ menit} + 0,75 \text{ menit} + 0,70 \text{ menit}$$

$$= 33,54 \text{ menit}$$

Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat

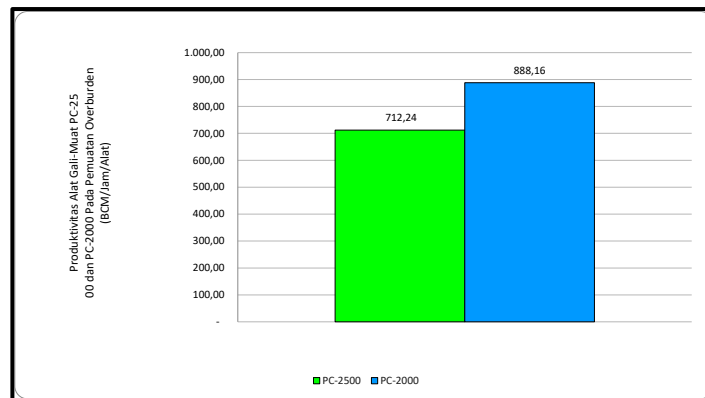
Efisiensi kerja mutlak diperhitungkan untuk menentukan taksiran produksi alat dengan memperhatikan keadaan medan dan keadaan alat (Kalengkongan, B.B., 2020). Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu produktif dengan waktu kerja yang tersedia (Prodjosumarto, P., 1995).

Jika dilihat dari hasil penelitian rata-rata efisiensi kerja alat gali-muat excavator *class* PC-2500 yang melakukan pemuatan *overburden* memiliki rata-rata efisiensi kerja sebesar 86,26% selama 2 hari pengamatan dilakukan. Kemudian untuk alat gali-muat excavator *class* PC-2000 memiliki nilai rata-rata efisiensi kerja sebesar 96,59% selama 2 hari pengamatan dilakukan. Efisiensi kerja alat gali-muat excavator *class* PC-2000 lebih besar dibandingkan dengan efisiensi kerja pada alat gali-muat excavator *class* PC-2500. Berdasarkan efisiensi kerja alat hasil pengamatan yang telah dilakukan selama 4 hari pada alat gali-muat excavator *class* PC-2500 dan PC-2000. Pembuatan *temporary sump* direkomendasikan dengan menggunakan alat gali-muat excavator *class* PC-2000.

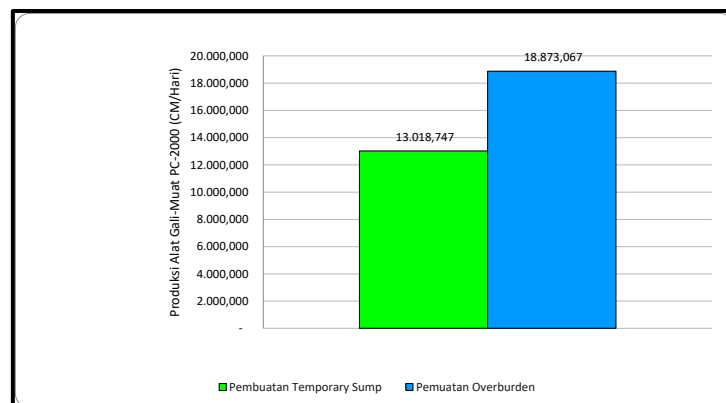
Pembuatan *temporary sump* memiliki rata-rata efisiensi kerjanya dengan menggunakan alat gali-muat excavator *class* PC-2000 hanya mencapai 84,53%. Berbeda dengan hasil pengamatan sebelumnya, efisiensi kerja alat gali-muat excavator *class* PC-2000 pada pemuatan *overburden* yang mencapai 96,59%. Efisiensi kerja ini dipengaruhi oleh *losse time* dimana semakin besarnya *losse time* akan semakin menurun nilai efisiensi kerjanya. *Losse time* terbesar yang dialami oleh alat gali-muat pada pembuatan *temporary sump* disebabkan oleh hujan, dimana rata-rata waktu hujan selama pembuatan *temporary sump* berlangsung sebesar 104,80 menit/hari. Air rembesan (*sea patch*) tersebut mengakibatkan alat gali-muat harus membantu alat *support* (PC-200) untuk memperbaiki tanggul supaya air rembesan (*sea patch*) tidak masuk ke area kerja, aktivitas tersebut membuat waktu edar alat gali-muat dan angkut menjadi tidak efektif karena harus menunggu alat gali-muat memperbaiki tanggul. Efisiensi kerja alat PC-2000 pada pembentukan *temporary sump* masih dapat ditingkatkan, dengan memaksimalkan waktu edar alat gali-muat berdasarkan waktu edar paling optimal, dan mengurangi waktu hambatan terkontrol.

Produktivitas dan Produksi Alat Gali-Muat

Ukuran dan bentuk material akan juga mempengaruhi produktivitas, material berbutir halus akan lebih banyak di muat oleh *wheel loader* dibandingkan dengan material bongkahan (Adhi, P., M.T., 2023). Alat untuk penggali, pengangkat maupun pemuat tanpa harus berpindah tempat menggunakan tenaga *power take off* dari mesin yang dimiliki (Rochmanhadi, 1992). Hal-hal yang mempengaruhi produktivitas ialah waktu edar, waktu *delay*, kapasitas *bucket*, *bucket fill factor* dan *swell factor* (Suwandi, E., 2022). Untuk dapat menghitung produktivitas alat angkut dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Prodjosumarto, P, 1993).



Gambar 4. Grafik Perbandingan Produktivitas Alat PC-2500 dan PC-2000



Gambar 5. Grafik Perbandingan Produktivitas PC-2000

Produktivitas dan Produksi Alat Angkut

1. Produktivitas dan produksi alat angkut CAT-777E pada excavator *class* PC-2500 yang beroperasi di pemuatan *overburden*.

Produktivitas alat angkut (BCM/alat) (P_{ia})
 Efisiensi kerja mekanis alat angkut (%) (E_a) = 86,30%
 Faktor pengisian *bucket* alat muat (%) (FF_m) = 73,33%
 Kapasitas *bucket* alat muat aktual (LCM) (H_{mt}) = 11 LCM
 Faktor pengembangan (%) (SF) = 98,31%
 Banyak pemuatan (np) = 4 Pemuatan
 Cycle time alat angkut (menit) (Ca) = 36,55 menit

$$P_{ia} = \frac{E_a \times 60 \times (H_{mt} \times np \times FF_m) \times SF}{Ca} \quad \dots(8)$$

$$= \frac{86,30\% \times 60 \times (11 \times 4 \times 91,67\%) \times 98,31\%}{36,55 \text{ menit}}$$

$$= 44,935 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi alat angkut (BCM/jam) (P_m)
 Produktivitas alat angkut (BCM/jam/alat) (P_{im}) = 44,935 BCM/jam/alat
 Jumlah alat muat (Alat) (n_m) = 9 Alat
 Waktu efektif (Jam) (We_1) = 18,52 Jam

$$P_m = P_{im} \times n_m \times We_1 \quad \dots(9)$$

$$= 44,935 \text{ BCM/jam/alat} \times 9 \text{ Alat} \times 18,52 \text{ Jam}$$

$$= 7.490,092 \text{ BCM/hari}$$

2. Produktivitas dan produksi alat angkut CAT-777E pada excavator class PC-2000 yang beroperasi di pemuatan *overburden*.

Produktivitas alat angkut (BCM/alat) (P_{ia})
 Efisiensi kerja mekanis alat angkut (%) (E_a) = 96,33%
 Faktor pengisian *bucket* alat muat (%) (FF_m) = 91,67%
 Kapasitas *bucket* alat muat aktual (LCM) (H_{mt}) = 11 LCM
 Faktor pengembangan (%) (SF) = 98,31%
 Banyak pemuatan (np) = 4 Pemuatan
 Cycle time alat angkut (menit) (Ca) = 36,49 menit

$$P_{ia} = \frac{E_a \times 60 \times (H_{mt} \times np \times FF_m) \times SF}{Ca} \quad \dots(10)$$

$$= \frac{96,33\% \times 60 \times (11 \times 4 \times 91,67\%) \times 98,31\%}{36,49 \text{ menit}}$$

$$= 62,818 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi alat angkut (BCM/jam) (P_m)
 Produktivitas alat angkut (BCM/jam/alat) (P_{im}) = 62,818 BCM/jam/alat
 Jumlah alat muat (Alat) (n_m) = 7 Alat
 Waktu efektif (Jam) (We_2) = 21,49 Jam

$$P_m = P_{im} \times n_m \times We_1 \quad \dots(11)$$

$$= 62,818 \text{ BCM/jam/alat} \times 7 \text{ Alat} \times 21,19 \text{ Jam}$$

$$= 9.318,898 \text{ BCM/hari}$$

3. Produktivitas dan produksi alat angkut CAT-777E pada pembuatan *temporary sump*.

Produktivitas alat angkut (BCM/alat) (P_{ia})
 Efisiensi kerja mekanis alat angkut (%) (E_a) = 84,92%
 Faktor pengisian *bucket* alat muat (%) (FF_m) = 91,67%

Kapasita *bucket* alat muat aktual (LCM) (Hmt) = 11 LCM

Faktor pengembangan (%) (SF) = 98,31%

Banyak pemuatan (np) = 4 Pemuatan

Cycle time alat angkut (menit) (Ca) = 33,54 menit

$$P_{ia} = \frac{Ea \times 60 \times (Hmt \times np \times FFm) \times SF}{Ca} \quad \dots(12)$$

$$= \frac{84,92\% \times 60 \times (11 \times 4 \times 91,67\%) \times 98,31\%}{33,54 \text{ menit}}$$

$$= 60,241 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi alat angkut (BCM/jam) (P_m)

Produktivitas alat muat (BCM/jam/alat) (P_{im}) = 60,241 BCM/jam/alat

Jumlah alat muat (Alat) (n_m) = 7 Alat

Waktu efektif (Jam) (We₂) = 18,57 Jam

$$P_m = P_{im} \times n_m \times We_1 \quad \dots(13)$$

$$= 60,241 \text{ BCM/jam/alat} \times 7 \text{ Alat} \times 18,57 \text{ Jam}$$

$$= 7.829,763 \text{ BCM/hari}$$

Match factor (faktor keserasian)

Sinkronisasi alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan dapat diketahui dengan cara menghitung besarnya *match factor* (faktor keserasian) alat muat dan alat angkut (Sumarya, 2012). Keserasian kerja yang dimaksud ini adalah bahwa keserasian antara alat muat yang berkerjasama dengan alat angkut, yang diharapkan adalah efisiensi 100% (Mahesa, R.T., 2021).

Match factor dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Match factor alat CAT-777E dan excavator *class* PC-2500 yang beroperasi di pemuatan *overburden*.

Match factor (faktor keserasian) (MF)

Jumlah alat angkut (*unit*) (Na) = 9 *unit*

Jumlah alat gali-muat (*unit*) (Nm) = 1 *unit*

Waktu edar alat angkut (menit) (Cta) = 36,55 menit

Waktu pemuatan alat muat (menit) (Ltm) = 2,31 menit

$$MF = \frac{Na \times Ltm}{Nm \times Cta} \quad \dots(14)$$

$$= \frac{9 \text{ unit} \times 2,31 \text{ menit}}{1 \text{ unit} \times 36,55 \text{ menit}}$$

$$= 0,57$$

D. Kesimpulan

Produktivitas alat gali-muat PC-2500 pada pemuatan *overburden* sebesar 712,24 BCM/Jam/Alat, dan produktivitas alat gali-muat PC-2000 pada pemuatan *overburden* sebesar 888,16 BCM/Jam/Alat. Berdasarkan hasil pengamatan efisiensi kerja alat PC-2500 sebesar 86,26% dengan produktivitasnya sebesar 712,24 BCM/Jam/Alat, sedangkan efisiensi kerja pada alat PC-2000 sebesar 96,59% dengan produktivitas sebesar 888,16 BCM/Jam/Alat, maka alat mekanis yang digunakan pada pembuatan *temporary sump* akan dilakukan dengan menggunakan excavator *class* PC-2000, dengan pertimbangan area kerja dan pembuatan sudut hasil rekomendasi *design temporary sump* karena dengan menggunakan excavator *class* PC-2500 riskan terjadinya *overcut* dan *front* kerja yang terbatas.

Lama pembuatan *temporary sump* berdasarkan produksi alat gali-muat dengan menggunakan alat gali-muat excavator *class* PC-2500 dapat terselesaikan dalam waktu 9 hari, dengan menggunakan alat gali-muat excavator *class* PC-2500 dapat terselesaikan dalam waktu 7 hari, dan pada aktualnya pembuatan *temporary sump* tidak terselesaikan dalam waktu 7 hari dengan menggunakan alat gali-muat excavator *class* PC-2000. Berdasarkan data hasil penelitian maka diketahui nilai produktivitas dari alat PC-2000 pada pembentukan *temporary sump* paris barat sebesar 704,37 BCM/Jam/Alat, dengan produksi mencapai 13.018,747 BCM/hari.

Daftar Pustaka

- Abdulah, Ashari, Y., & Maryanto. (2021). Rencana Produksi Pengangkutan Overburden Berdasarkan Pola Hujan di PT X Site Asam-Asam, Desa Riam Andungan, Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(1), 8–21. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i1.28>
- Dandi Maulana, & Solihin. (2022). Analisis Lamanya Penimbunan Terhadap Swabakar pada Stockpile Produk Batubara PT. XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 99–106. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1191>
- Dika Hadi Anugrah, Dono Guntoro, & Yunus Ashari. (2022). Estimasi Sumberdaya Batugamping di PT X, Kecamatan Palimanan, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 148–154. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i2.538>
- Dynand, R. R., Linda Pulungan, & Rully Nurhasan. (2022). Evaluasi Produksi Crushing Plant Batu Andesit di PT. XYZ Pamoyanan Purwakarta. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 141–146. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1412>
- Embun Alicia Amoret, Yunus Ashari, & Dono Guntoro. (2024). Evaluasi K3 dengan Metode Analytic Hierarchy Process pada PT. Silva Andia Utama. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 116–124. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5213>
- Imam Imadudin, Elfida Moralista, & Zaenal. (2021). Kajian Sisa Umur Pakai dan Proteksi Katodik Sistem Anoda Korban pada Pipa Transportasi Gas Pipeline B di Kecamatan Cilamaya Wetan, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 117–122. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i2.408>
- Muhammad Abizard Rizki, Yunus Ashari, & Indra Karna Wijaksana. (2022). Pengujian Akuifer Sumur Produksi untuk Memenuhi Kebutuhan Pabrik Pengolahan Zircon. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 31–39. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.993>
- Muhammad Fahmi, & Zaenal. (2022). Perancangan Desain Pit Penambangan Batubara untuk Memenuhi Target Produksi pada PT. X. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 24–30. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.787>

- Rafly Aditya Pratama, Solihin, & Yunus Ashari. (2024). Analisis Kinerja Crushing Plant untuk Mencapai Target Produksi Batu Andesit. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 103–108. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5030>
- Rizky Noor Fitriadi, Iswandaru, & Elfida Moralista. (2024). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 41–48. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3821>
- Shoffan Shofa Hamdan Nurullah, Dono Guntoro, & Indra Karna Wijaksana. (2024). Pengaruh Geometri Jalan terhadap Produktivitas Batubara di Pit 2 Banko. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 83–92. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3897>
- Tampubolon, A. (2023). Optimasi Biaya Produksi Overburden dan Kaksa Menggunakan Program Linear dan Bunching Effect. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 27–34. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.1752>
- Ilahi, R.R., 2014, “Kajian teknis produktivitas alat gali-muat (excavator) dan alat angkut (dump truck) pada pemuatan tanah penutup bulan September 2013 di pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE”, *Jurnal Ilmu Teknik*, Vol 2 (3).
- Kalengkongan, B.B., dkk., 2020, “Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Pembangunan Tower Sutet Likupang-Paniki”, *Jurnal Sipil Statik*, Vol 8 (1).
- Mahesa, R.T., dkk., 2021, “Keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut Dalam Meningkatkan Produktivitas Pengupasan Overburden Pada Pit Utara PT. Bara Prima Pratama Jobsite Batu Ampar, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau”, *Bina Tambang*, Vol 6 (5), 124-130
- Nurhakim., 2004, “Modul Ajar Pemindah Tanah Mekanis”, Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Lampung Mangkurat, Banjarbaru.
- Oemiati, N., dkk., 2020, “Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pemuatan Lapisan Tanah Penutup (Overburden)”, *Bearing Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, Vol 6 (3), 194-207.
- Prodjosumarto, P., 1995, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Prodjosumarto, P., 1993, “Tambang Terbuka (Surface Mining)”, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Rianto, D.J., dan Aldiansyah, Y., 2023, “Ketersediaan Jumlah Alat Angkut Nissan CWB 450 Dalam Melayani Excavator Caterpillar 320D Pada Kegiatan Penambangan Batubara Dan Dampak Yang Mempengaruhinya”, *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol 3 (9), 7741-7750.
- Sefrizni, A., dan Kasim, T., (2019), “Analisis Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut Menggunakan Simulasi Teori Antrian Pada Produksi Overburden di PT. Haswi Kencana Indah Kecamatan Sumay, Kabupaten Tebo Provinsi Jambi”, *Journals Mining Engineering : Bina Tambang*, Vol 4 (3), 260-270, Bina Tambang.
- Tenriajeng, A.T., 2003. “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jakarta: Gunadarma Nurrahman, A. A. (2024). Rancangan Sistem Rekomendasi Pemilihan Jurnal Ilmiah Nasional di Laman Sinta. *Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, and Creative Media 2024*, 1304–1308. <https://conferences.ittelkom-pwt.ac.id/index.php/centive/article/view/326>.

- Worlanyo, A.S., Jiangfeng, L. 2021, "Evaluating the environmental and economic impact of mining for post-mined land restoration and land-use A review", *Journal of Environmental Management*, 279, 111623.
- Zarly, Y.F., dan Kasim, T., 2019, "Kajian Teknis Loading dan Hauling Produksi Overburden pada Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto", *Bina Tambang*, Vol 4 (1), 320-330.