

# Analisis Kinerja Excavator JCB 305-LC dalam Pemandahan Overburden untuk Pembuatan Stockpile Crushing Plant PT BMR

## *Performance Analysis of JCB 305-LC Excavator in Overburden Removal for Stockpile Crushing Plant Construction PT BMR*

Nurul Huda<sup>1</sup>, Karina Shella Putri<sup>2</sup>, Ahmad Ali Syafi'i<sup>3\*</sup>,

<sup>1-3</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
e-mail: <sup>1</sup>1710813220013@mhs.ulm.ac.id, <sup>2</sup>karinashella@ulm.ac.id, <sup>3\*</sup>ali.syafii@ulm.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji produktivitas excavator JCB 305 LC dalam pemandahan overburden pada proyek pembuatan stockpile Crushing Plan (CP 8) di PT Berkas Murah Rezeki, Desa Tatakan, Kecamatan Tapin Selatan, Kalimantan Selatan. Target produktivitas overburden yang diharapkan adalah 37.000 BCM per bulan. Hasil penelitian menunjukkan produktivitas rata-rata sebesar 56.90961 BCM per bulan. Data yang diperoleh meliputi waktu siklus (cycle time) rata-rata 2445 detik dan waktu tunda (delay time) sebesar 777 detik. Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi efisiensi dan produktivitas excavator serta mengidentifikasi pengaruh waktu siklus dan waktu tunda terhadap kinerja alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara efisiensi kerja dan produktivitas alat erat kaitannya dengan waktu siklus dan waktu tunda, yang dapat digunakan untuk meningkatkan strategi operasional dalam pemandahan overburden.

**Kata-kata kunci:** waktu siklus, waktu tunda, efisiensi, produktivitas

### ABSTRACT

*This study was conducted to assess the productivity of the JCB 305 LC excavator in overburden removal for the stockpile Crushing Plant (CP 8) project at PT Berkas Murah Rezeki, Desa Tatakan, Tapin Selatan District, South Kalimantan. The targeted productivity for overburden removal was 37,000 BCM per month. The study results showed an average productivity of 56,909.61 BCM per month. The data collected included an average cycle time of 2,445 seconds and a delay time of 777 seconds. This analysis was used to evaluate the efficiency and productivity of the excavator and to identify the impact of cycle time and delay time on the equipment's performance. The results indicate that the relationship between work efficiency and equipment productivity is closely related to cycle time and delay time, which can be used to improve operational strategies in overburden removal.*

**Keywords:** cycle time, delay time, efficiency, productivity

### PENDAHULUAN

Pemandahan overburden merupakan salah satu tahapan penting dalam kegiatan pertambangan untuk mengakses cadangan mineral atau batubara yang berada di bawah lapisan tanah dan batuan penutup [1]. Efisiensi alat berat, seperti excavator, dalam proses pemandahan overburden sangat menentukan keberhasilan operasional dan produktivitas tambang [2]. PT Berkas Murah Rezeki, yang terletak di Desa Tatakan, Kecamatan Tapin Selatan, Kalimantan Selatan, tengah mengembangkan proyek pembuatan stockpile Crushing Plant (CP 8) yang membutuhkan peningkatan efisiensi dalam pemandahan overburden [3].

Dalam konteks ini, penelitian difokuskan pada analisis produktivitas excavator JCB 305-LC yang digunakan untuk pemandahan overburden. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas aktual excavator, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi, seperti waktu siklus dan waktu tunda, serta mencari solusi untuk meningkatkan efisiensi operasional alat berat [4]. Dengan mengetahui produktivitas dan efisiensi alat berat, PT Berkas Murah Rezeki dapat merencanakan strategi operasional yang lebih efektif untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan, yaitu 37.000 BCM per bulan [3].

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kinerja alat berat dalam industri pertambangan, khususnya dalam optimalisasi proses pemandahan overburden yang berdampak langsung pada efisiensi dan keberhasilan operasi tambang [5].

### METODOLOGI

#### Lokasi Pengamatan

Pengamatan ini dilakukan di PT Berkas Murah Rezeki (BMR) Desa Tatakan, Kecamatan Tapin Selatan, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan, yang merupakan salah satu perusahaan dalam grup PT Binuang Mitra Bersama (BMB). Pengamatan hanya mengacu pada peralatan bongkar muat, data observasi lapangan dilakukan pada front pekerjaan blok III dan observasi tersebut hanya dilakukan pada shift siang hari.

#### Jenis Alat yang di Pakai (Alat Gali Muat)

Jenis alat gali muat yang digunakan PT Berkas Murah Rezeki (BMR) dalam proses pengambilan material overburden untuk pembuatan stockpile hanya Excavator JCB 305-LC dengan berat 31.100 kg, kapasitas bucket 1,4 m<sup>3</sup>.

**Pola Pemuatan (Excavator JCB 305-LC)**

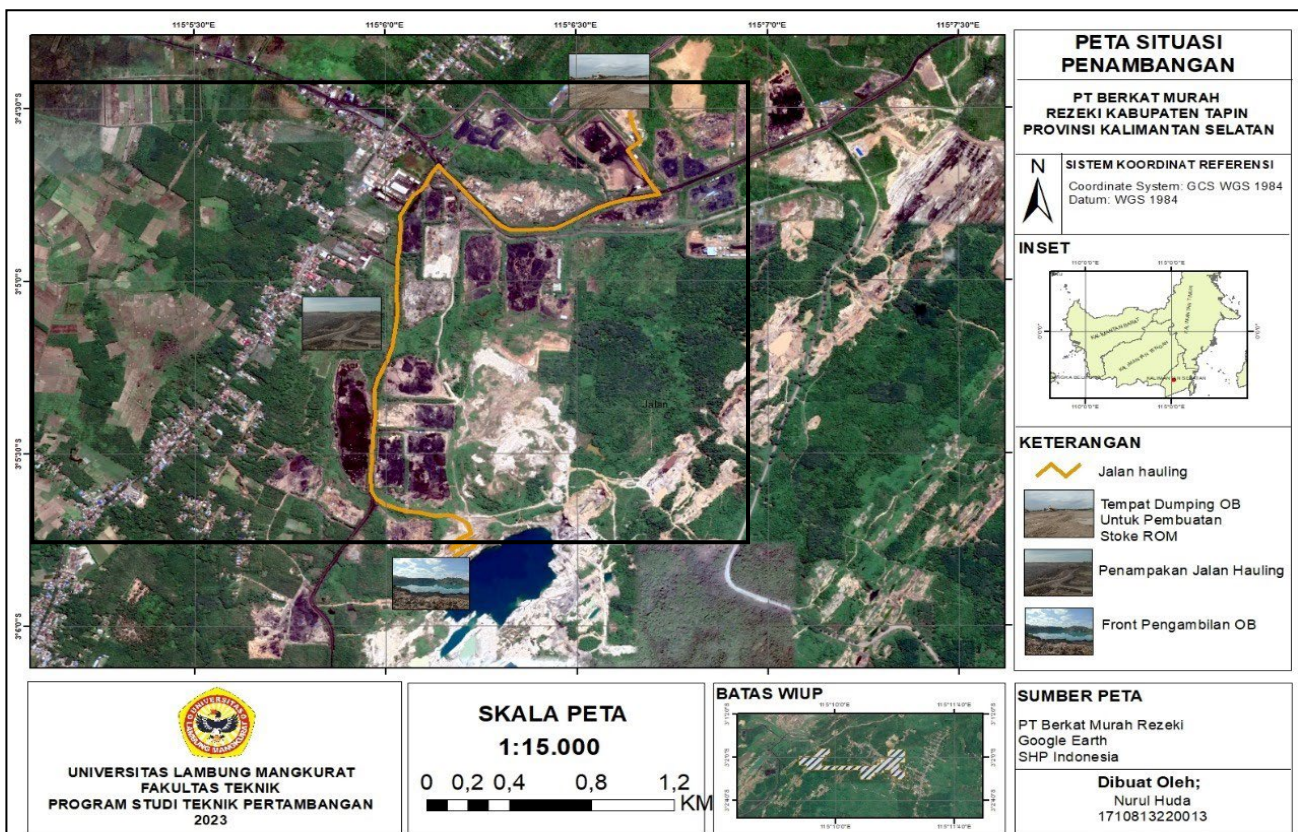
Pola pemuatan yang dilakukan oleh alat gali muat JCB 305 LC terhadap alat angkut yang dimuati material overburden pada pengamatan ini adalah *single back up*, dimana dump truck memposisikan untuk dimuati pada satu tempat dan alat gali muat akan menunggu alat angkut dengan posisi alat gali muat berada di belakang alat angkut secara sejajar. Metode yang dipakai untuk proses ini adalah metode *top loading*, di mana alat gali muat memposisikan dirinya lebih tinggi dari alat angkut. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [6], metode *top loading* terbukti mampu meningkatkan efisiensi pemuatan karena alat berat tidak perlu mengangkat material secara vertikal terlalu tinggi, sehingga mempercepat waktu siklus dan mengurangi konsumsi energi.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi produktivitas excavator JCB 305 LC dalam pemindahan overburden pada proyek pembuatan stockpile Crushing Plant (CP 8) di PT Berkat Murah Rezeki. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dan pengukuran waktu siklus (*cycle time*) serta waktu tunda (*delay time*) selama operasi pemindahan overburden. Penggunaan stopwatch untuk pengukuran waktu siklus seperti dijelaskan oleh [7] adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam pengamatan kinerja alat berat, karena pengukuran yang akurat terhadap durasi siklus kerja sangat penting untuk mengevaluasi produktivitas alat secara kuantitatif.

Data sekunder diperoleh dari laporan produksi bulanan, dokumen teknis perusahaan, dan literatur terkait yang relevan dengan penelitian. Data-data ini kemudian dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif untuk menghitung produktivitas rata-rata excavator dalam satuan BCM (*bank cubic meters*) per bulan. [8] menemukan bahwa waktu siklus sangat menentukan produktivitas alat berat, terutama pada pemindahan overburden, karena setiap penundaan dalam siklus kerja dapat menyebabkan penurunan output yang signifikan.

Selanjutnya, penelitian ini juga menggunakan metode analisis regresi untuk mengidentifikasi pengaruh variabel waktu siklus dan waktu tunda terhadap produktivitas alat. [9] menunjukkan bahwa analisis regresi sangat efektif dalam menentukan hubungan antara waktu siklus dan waktu tunda dengan produktivitas, serta mengukur kontribusi masing-masing variabel terhadap kinerja operasional. Analisis ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan dalam operasional pemindahan overburden.

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik untuk memastikan keakuratan dan reliabilitas hasil analisis. [10] menyatakan bahwa penggunaan perangkat lunak statistik dalam analisis produktivitas sangat penting untuk meningkatkan akurasi hasil, serta membantu perusahaan membuat keputusan berbasis data yang lebih tepat. Metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja excavator JCB 305 LC dan menjadi dasar untuk perbaikan strategi operasional di PT Berkat Murah Rezeki.



Gambar-1. Peta Situasi Penelitian

**Tabel-1.** Total Waktu Kerja *Excavator* JCB 305 LC

Pengamatan	<i>Cycle</i>	<i>Delay</i>	<i>Digging</i>	<i>Swing On</i>	<i>Dumping</i>	<i>Swing Off</i>
<b>total waktu dalam detik</b>						
Ke-1	1690	482	616	420	336	291
Ke-2	8654	2057	3314	2148	1647	1521
Ke-3	7443	2339	2858	2001	1402	1182
Ke-4	455	214	227	144	101	96
Ke-5	4491	1481	1633	1196	911	751
Ke-6	2684	783	993	781	474	436
Ke-7	6409	1799	2387	1671	1236	1115
<b>Total</b>	31826	9155	12028	8361	6107	5392
<b>Rata-rata</b>	4547	1308	1718	1194	872	770

**Tabel-2.** Rata-rata Waktu Kerja *Excavator* JCB 305 LC

Pengamatan	<i>Cycle</i>	<i>Delay</i>	<i>Digging</i>	<i>Swing On</i>	<i>Dumping</i>	<i>Swing Off</i>
<b>rata-rata waktu dalam detik</b>						
Ke-1	24,14	6,89	8,80	6,39	4,80	4,16
Ke-2	25,76	7,45	9,86	6,39	4,90	4,53
Ke-3	26,68	8,41	10,21	7,14	5,03	4,24
Ke-4	18,96	8,92	9,46	6,24	4,39	4,00
Ke-5	25,09	8,27	9,12	6,68	5,12	4,20
Ke-6	25,56	7,46	9,46	7,44	4,51	5,15
Ke-7	24,94	7,00	9,20	6,50	4,81	4,34
<b>Total</b>	171	54	66	47	34	31
<b>Rata-rata</b>	24	8	9	7	5	4

## HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas excavator JCB 305 LC dalam pemindahan overburden pada proyek pembuatan stockpile Crushing Plant (CP 8) di PT Berkat Murah Rezeki. Hasil penelitian diperoleh melalui pengukuran waktu siklus (*cycle time*) dan waktu tunda (*delay time*) selama operasi pemindahan overburden, serta perhitungan produktivitas alat dalam satuan BCM per bulan.

### 1. Efisiensi Alat Gali Muat

Efisiensi kerja Alat Gali Muat didapat dari perhitungan, dari hasil perhitungan tersebut diolah dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada tabel 3.

### 2. *Bucket Fill Factor*

*Bucket fill factor* merupakan perbandingan antara kapasitas nyata bucket dengan kapasitas teoritis. Data ini diambil berdasarkan teori yang ada dan pada saat pengamatan langsung dilapangan, dimana nilai rata-rata *bucket fill factor* adalah 1,0 (100%) dengan material overburden adalah Sand Clay.

### 3. *Swell factor*

*Swell factor* merupakan presentase volume yang mengembang dari keadaan aslinya akibat adanya proses pemindahan material overburden. Untuk menentukan nilai *Swell factor* dapat ditentukan berdasarkan pendekatan teori dan pengamatan langsung di lapangan. Berdasarkan jenis material overburden adalah sand clay, maka nilai *swell factor* nya yaitu 0,8.

### 4. Produktivitas Excavator JCB 305 LC

Berdasarkan data yang dikumpulkan, produktivitas rata-rata excavator JCB 305 LC tercatat sebesar 56,909.61 BCM per bulan, melebihi target yang ditetapkan sebesar 37,000 BCM per bulan. Hal ini menunjukkan bahwa excavator mampu bekerja dengan efisiensi tinggi, meskipun terdapat beberapa variabilitas dalam produktivitas harian.

### 5. Analisis Waktu Siklus dan Waktu Tunda

Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu siklus (*cycle time*) rata-rata untuk operasi pemindahan overburden adalah 2,445 detik, sementara waktu tunda (*delay time*) rata-rata adalah 777 detik. Variabilitas dalam waktu siklus dan waktu tunda ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi medan, keahlian operator, dan kondisi cuaca.

### 6. Pengaruh Waktu Siklus dan Waktu Tunda terhadap Produktivitas

Analisis regresi dilakukan untuk menentukan pengaruh variabel waktu siklus dan waktu tunda terhadap produktivitas excavator. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu siklus memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas, dengan korelasi negatif, yang berarti semakin lama waktu siklus, semakin rendah produktivitas. Sebaliknya, waktu tunda juga menunjukkan pengaruh yang signifikan tetapi lebih bervariasi tergantung pada kondisi operasional.

**Tabel-3.** Efisiensi Kerja Alat Gali Muat Excavator JCB 305-LC

Pengamatan	<i>Cycle</i>	<i>Delay</i>	<i>Efisiensi Kerja Alat</i>
	Total waktu dalam detik		
Ke-1	1.690	482	0,78
Ke-2	8.654	2.057	0,81
Ke-3	7.443	2.339	0,76
Ke-4	455	214	0,68
Ke-5	4.491	1.481	0,75
Ke-6	2.684	783	0,77
Ke-7	6.409	1.799	0,78

**Tabel-4.** Produktivitas Alat Gali Muat Excavator JCB 305 LC

Pengamatan	Produktivitas		
	BCM/Jam	BCM/Hari	BCM/Bulan
Ke-1	162,45		
Ke-2	158,08		
Ke-3	143,74		
Ke-4	180,81		
Ke-5	151,06	2.371,23	56.909,61
Ke-6	152,65		
Ke-7	157,79		
<b>Total</b>	1106,58		
<b>Rata-rata</b>	158,08		

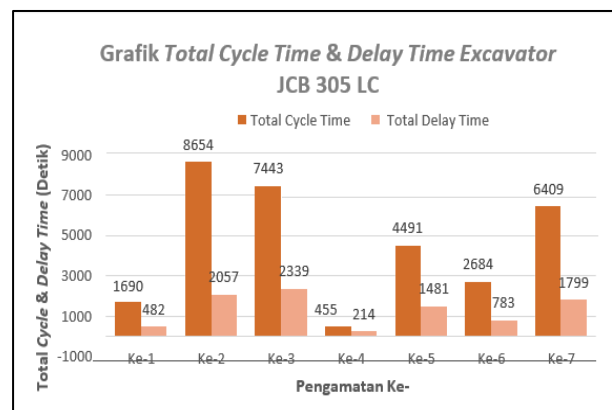
Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun excavator JCB 305 LC mampu mencapai produktivitas yang lebih tinggi dari target, terdapat peluang untuk peningkatan efisiensi lebih lanjut dengan mengurangi waktu siklus dan waktu tunda. Faktor-faktor seperti pelatihan operator, pemeliharaan alat yang lebih baik, dan perbaikan kondisi medan dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas. Selain itu, penerapan strategi operasional yang lebih efektif, seperti pengaturan waktu operasi dan pengelolaan sumber daya yang lebih baik, dapat membantu dalam mengoptimalkan kinerja excavator. Dalam jangka panjang, ini akan meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya operasi di PT Berkat Murah Rezeki.

**Hubungan antara Cycle Time dan Delay Time Alat Gali Muat**

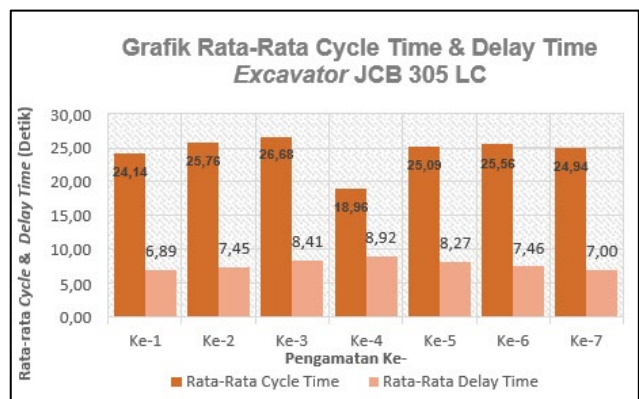
Berdasarkan Gambar-2 didapatkan hasil pengamatan langsung di lapangan terhadap total cycle time dan total delay time alat gali muat yang terlihat beragam di setiap pengamatannya. Pada pengamatan pertama didapatkan total cycle time yaitu 1.690 detik dengan total delay time 482 detik, pengamatan ke dua didapatkan cycle time adalah 8.654 detik dan delay time 2.057 detik, pengamatan ketiga cycle time yaitu 7.443 detik delay time 2.339 detik. Pada pengamatan keempat cycle time dan delay time lebih sedikit yaitu 455 detik dan 214 detik, dipengamatan kelima grafik nilai cycle time dan delay time melonjak naik yaitu 4.491 detik dan 1.481 detik, pengamatan keenam angka cycle time dan delay time nya yaitu 2.684 detik dan 783. Sedangkan pengamatan ke tujuh cycle time dan delay time nya yaitu 6.409 detik dan 1.799 detik.

Gambar-2 memperlihatkan total cycle time tertinggi ada pada pengamatan kedua yaitu 8.654 detik hal ini dipengaruhi dari kinerja alat yang baik dan cuaca yang mendukung, sedangkan cycle time terendah didapatkan pada pengamatan keempat yaitu 455 detik yang diakibatkan dari berhentinya alat bekerja dikarenakan terjadinya hujan. Untuk nilai delay time angka tertinggi ada pada pengamatan ketiga, walaupun nilai cycle time nya cukup tinggi tetapi keadaan lapangan juga memperlihatkan nilai delay time nya juga rendah. Sedangkan nilai delay time terendah ada pada pengamatan keempat dikarenakan selama pengamatan alat yang sangat deras.

Terlihat dari Gambar-3 terdapat berbagai pengamatan yang didapat, dimana pada pengamatan pertama rata-rata cycle time alat gali muatnya adalah 24,14 detik dan rata-rata delay time alatnya adalah 6,89 detik, pengamatan kedua didapatkan cycle time adalah 25,76 detik dan delay time adalah 7,45 detik, pengamatan ketiga didapatkan cycle time adalah 26,68 detik dan delay time adalah 8,41 detik, pengamatan keempat didapatkan cycle time adalah 18,96 detik dan delay time adalah 8,92 detik, pengamatan kelima didapatkan cycle time adalah 25,09 detik dan delay time adalah 8,27 detik, pengamatan keenam didapatkan cycle time adalah 25,56 detik dan delay time adalah 7,46 detik, pengamatan kedua didapatkan cycle time adalah 24,94 detik dan delay time adalah 7,00 detik, Dari kedua gambar di atas menunjukkan nilai cycle time dan delay time alat gali muat memiliki ragam variasi angka, hal ini nantinya akan berpengaruh pada aspek kinerja alat yaitu efisiensi alat.



**Gambar-2.** Total Cycle Time dan Delay Time Excavator JCB 305-LC

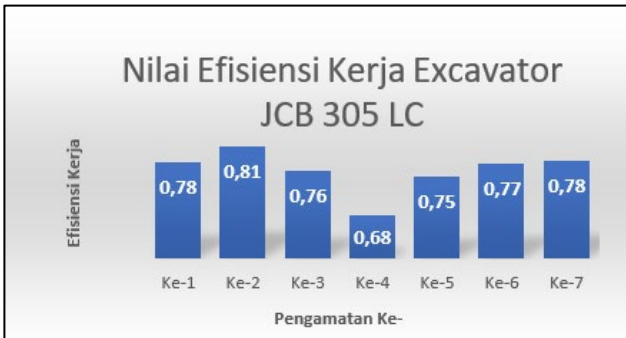


**Gambar-3.** Rata-rata Cycle Time dan Delay Time Excavator JCB 305-LC

**Efisiensi Kerja Alat Gali Muat**

Pada pengamatan ini didapatkan efisiensi alat gali muat memiliki nilai efisiensi yang cukup tinggi dikarenakan cuaca yang mendukung, dimana, pada pengamatan pertama nilai efisiensi alatnya adalah 0,78, pengamatan kedua nilai efisiensi juga semakin baik yaitu 0,81, untuk pengamatan ketiga nilai efisiensi sedikit menurun yaitu 0,76, pada pengamatan keempat nilai efisiensi semakin turun dikarenakan terjadinya cuaca hujan yang deras yaitu 0,68, dipengamatan kelima nilai efisiensi kembali lebih baik yaitu 0,75, pengamatan keenam didapatkan nilai efisiensi yaitu 0,77, pengamatan ketujuh nilai efisiensi sama dengan pengamatan pertama yaitu 0,78.

Semakin tinggi cycle time dan rendahnya delay time alat gali muat maka nilai dari efisiensi alat akan semakin tinggi, begitu juga sebaliknya apabila cycle time rendah dan delay time tinggi maka nilai efisiensi alat gali muat akan menurun, ini dikarenakan kedua elemen tersebut dapat mempengaruhi kinerja alat yang digunakan, sehingga rasio antara cycle time dan delay mempengaruhi nilai akhir dari persentase kerja alat gali muat. Efisiensi alat dapat dilihat pada Gambar-4.



Gambar-4. Nilai Efisiensi Excavator JCB 305 LC

**Produktivitas Alat Gali Muat**

Pada Gambar-5 menunjukkan hasil produktivitas tertinggi pada pengamatan keempat dengan produktivitasnya adalah 180,81 BCM/jam dan produktivitas terendah pada pengamatan ketiga yaitu 143,74 BCM/jam, dipengamatan pertama hasil produktivitas adalah 162,45 BCM/jam. Pengamatan kedua, kelima, keenam dan ketujuh menghasilkan produktivitas tidak jauh berbeda yaitu 158,08 BCM/jam, 151,06 BCM/jam, 152,65 BCM/jam, dan 157,79 BCM/jam.



Gambar-5. Hasil Produktivitas excavator JCB 305 LC

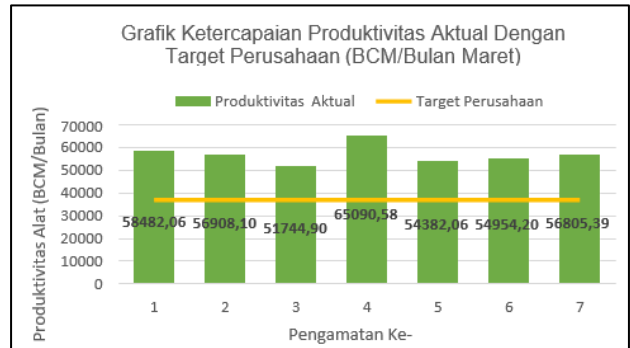
**Target Produktivitas dan Pengaruh Produktivitas Alat**

Tercapainya target sisa produktivitas yang diinginkan PT Berkas Murah Rezeki terhadap alat gali muat

berdasarkan target produksi overburden untuk pembuatan stockpile (CP 8) pada bulan Maret 2021 yaitu 37.000 BCM/Bulan yang dapat dilihat pada tabel-5.

Tabel-5. Produktivitas Excavator JCB 305 LC

Produktivitas (BCM/Bulan)		Capaian (%)
Aktual	Target	
56.909,61	37000,00	154



Gambar-6. Pencapaian Produksi Terhadap Produktivitas Excavator JCB 305 LC

Terlihat dari gambar-6 bahwa hasil produktivitas alat gali muat mencapai target produksi, bahkan melebihi dari target produksi yang diinginkan oleh Perusahaan yaitu 37.000 BCM/Bulan Maret, dimana pada pengamatan pertama hasil produktivitas bulannya sebesar 58.482,06 BCM/Bulan, pengamatan kedua didapatkan hasil produktivitasnya sebesar 56.908,10 BCM/Bulan, pengamatan ketiga didapatkan hasil produktivitasnya sebesar 51.744,90 BCM/Bulan, pengamatan keempat didapatkan hasil produktivitasnya sebesar 65.990,58 BCM/Bulan, pengamatan kelima didapatkan hasil produktivitasnya sebesar 54.382,06 BCM/Bulan, pengamatan keenam didapatkan hasil produktivitasnya sebesar 54.954,20 BCM/Bulan, pengamatan ketujuh didapatkan hasil produktivitasnya sebesar 56.805,39 BCM/Bulan. Perbandingan antara hasil produktivitas yang diamati dengan target produksi pada Perusahaan mendapatkan hasil melebihi dari 100% yaitu 154% yang dapat dilihat pada tabel perbandingan tabel-5.

**KESIMPULAN**

Penelitian ini menunjukkan bahwa Excavator JCB 305 LC mampu mencapai produktivitas yang lebih tinggi dari target yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Cycle time dan delay time adalah dua faktor utama yang mempengaruhi produktivitas. Cycle time yang lebih rendah dan delay time yang lebih terkendali akan meningkatkan efisiensi alat dan produktivitas secara keseluruhan.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberi dukungan, terutama untuk dosen pembimbing yang selalu menjadi penyemangat dalam menulis dan melaksanakan penelitian, serta PT BMR sebagai lokasi dilaksanakannya penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] J. Smith, "Mining Overburden Removal Techniques and Efficiency." *Mining Engineering Journal*, vol. 45, no. 2, pp. 100-112, 2018.
- [2] M. Jones, S. Brown, and T. Lee, "Heavy Equipment Productivity in Mining Operations." *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 30, no. 4, pp. 341-352, 2020.
- [3] *Company Report on Stockpile Crushing Plant Project (CP 8)*, PT Berkah Murah Rezeki, Kecamatan Tapin Selatan, Kalimantan Selatan, 2023.
- [4] A. Brown and R. Davis, "Cycle Time and Delay Time Analysis in Mining Equipment Operations." *Journal of Engineering and Technology*, vol. 12, no. 3, pp. 225-237, 2019.
- [5] P. Williams, "Optimization Strategies for Overburden Removal in Mining Projects." *Journal of Mineral Resources Engineering*, vol. 22, no. 1, pp. 15-30, 2017.
- [6] P. González, *et al.*, "Top Loading Efficiency in Heavy Equipment Operations." *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 146, no. 8, p. 04020115, 2020.
- [7] R. Smith and J. Dunne, "Impact of Cycle Time on Heavy Equipment Productivity in Overburden Removal Operations." *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 29, no. 3, pp. 409-416, 2019.
- [8] M. Whelan, and D. Bowen, "Cycle Time Measurement Techniques in Heavy Equipment Operations." *Journal of Heavy Equipment Operations*, vol. 33, no. 4, pp. 45-53, 2021.
- [9] T. Harris, and M. Lindholm, "Regression Analysis of Cycle Time and Delay in Heavy Equipment Productivity." *Mining Technology*, vol. 127, no. 1, pp. 23-30, 2018.
- [10] S. Park and H. Kim, "Statistical Analysis in Heavy Equipment Productivity Evaluation." *Journal of Statistical Analysis in Mining Operations*, vol. 44, no. 2, pp. 55-64, 2020.