

Evaluasi produktivitas alat berat dalam proses pengumpanan batubara di *crushing plant* PT Binuang Mitra Bersama

Evaluation of heavy equipment productivity in coal feeding process at PT Binuang Mitra Bersama crushing plant

Satrio Ramadhan^{1*}, Agus Triantoro², Adip Mustofa³

¹⁻² Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

³ Program Studi Rekayasa Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: *satrio.ramadhan@ulm.ac.id, agus@ulm.ac.id, adip@ulm.ac.id

ABSTRAK

PT Binuang Mitra Bersama memiliki satu unit *crushing plant* dalam upaya memenuhi permintaan konsumen, dan penetapan target produksi dengan batubara. Target produktivitas unit *crushing plant* PT Binuang Mitra Bersama sebesar 300 ton/jam. Namun pada kenyataannya pencapaian produktivitas *crushing plant* sebesar 270,41 ton/jam sehingga tidak mencapai target produktivitas yang ditetapkan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat berat yang bekerja pada proses pengumpanan *crushing plant*. Setelah dilakukan penelitian dan evaluasi, ketercapaian produktivitas aktual pada unit *excavator* yaitu 267,70 ton/jam dengan nilai *physical availability* sebesar 75,20% dan nilai *used of availability* sebesar 60,11%. Untuk memenuhi target produktivitas sebesar 300 ton/jam, dilakukan simulasi terhadap metode pengumpanan alat *support* (Komatsu PC 300) dan perbaikan ukuran *raw material* batubara. Setelah dilakukan simulasi, pola pengumpanan maka produktivitas *swing angle* yang memenuhi target produksi adalah *swing angle* 90° dengan produktivitas maksimal 313,74 ton/jam dan simulasi perbaikan ukuran *raw material* menghasilkan produktivitas sebesar 311,43 ton/jam.

Kata-kata Kunci: Produktivitas, Kinerja alat *support*, simulasi *swing* pengumpanan, *raw material*

ABSTRACT

PT Binuang Mitra Bersama operates a single *crushing plant* in an effort to meet customer demand and coal production targets. The productivity target for PT Binuang Mitra Bersama *crushing plant* unit is 300 tons per hour. However, in reality, the achieved productivity of the *crushing plant* is 270.41 tons per hour, thus failing to reach the company's target. This study aims to analyze the productivity of heavy equipment in the feeding process of the *crushing plant*. After conducting research and evaluation, actual productivity of the *excavator* unit was 267.70 tons per hour, with a *physical availability* value 75.20% and *used availability* value 60.11%. To meet productivity target of 300 tons per hour, simulations were carried out on the feeding method of the support equipment (Komatsu PC 300) and improvements to the size of the raw coal material. After performing the simulation on the feeding pattern, the *swing angle* productivity that met the production target was a 90° *swing angle*, with a maximum productivity of 313.74 tons per hour and simulation by improving raw material size resulted in a productivity of 311.43 tons per hour.

Keywords : Productivity, support vehicle efficiency, feeding swing simulation, raw material

PENDAHULUAN

Penambangan batubara adalah aktivitas mengambil dan memanfaatkan batubara dari dalam lapisan bumi. Terdapat dua jenis penambangan batubara di seluruh dunia, yaitu *surface mining* (penambangan permukaan) dan *underground mining* (penambangan bawah tanah). Batubara yang telah ditambang kemudian diproses pada *crushing plant* untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan oleh konsumen [1].

PT Binuang Mitra Bersama membangun satu unit *crushing plant* untuk memenuhi permintaan konsumen/pasar, serta penetapan target produksi dengan mempertimbangkan produktivitas dari unit *crushing plant*. Target produksi unit *crushing plant* PT Binuang Mitra Bersama pada tahun 2014 adalah 300 ton per jam. Namun pada kenyataannya pencapaian produktivitas pada bulan September 2014 tidak tercapai. Oleh sebab itu, dilakukan evaluasi atau analisa terhadap proses produksi tersebut.

Evaluasi kinerja unit alat *support* pada *crushing plant* Line-3 PT BMB digunakan sebagai acuan dalam mengoptimalkan produktivitas serta pencapaian target produksi pada unit pengolahan. Evaluasi yang dilakukan dengan memperhitungkan produktivitas unit *crushing plant* secara aktual, teoritis dan mengupayakan alternatif perbaikan produksi untuk mengoptimalkan kinerja dari unit *crushing plant* PT Binuang Mitra Bersama. Hal tersebut melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai alat *support* pada unit *crushing plant* Line-3 PT BMB [2][3].

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada pengumpulan data dan perhitungan data di lapangan untuk mendapatkan hasil aktual pada saat penelitian dilakukan. Data yang didapatkan kemudian akan dibandingkan dengan

target perusahaan dan produktivitas teori alat berat sehingga dapat dievaluasi kinerja alat berat pada proses pengumpanan *crushing plant* PT BMB.

Pengumpulan Data

Pengamatan di lapangan ditujukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan secara langsung di lapangan. Data yang dibutuhkan dan diperoleh merupakan data yang berhubungan dengan kegiatan *crushing plant* dan perhitungan *cycle time*. Untuk terpenuhinya data yang dibutuhkan maka dilakukan beberapa teknik pengumpulan data, meliputi :

- Observasi Lapangan, dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap kegiatan.
- Wawancara, teknik ini dilakukan dengan cara tanya jawab langsung terhadap personal (manusia) dari pihak perusahaan yang merupakan sumber informasi yang berhubungan dengan kegiatan penelitian dan masalah yang disoroti pada penelitian ini.

Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah yaitu data produksi aktual unit alat berat berdasarkan perhitungan jumlah produksi yang masuk ke unit *crushing plant*. Data ini digunakan untuk mengetahui produktivitas per jam pada alat pengumpan. Berdasarkan data yang didapatkan, dilakukan analisa antara lain pembuatan simulasi pengumpanan pada *hopper crushing plant* dan simulasi perbaikan ukuran batubara.

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Perencanaan Jam Kerja

Rencana jam kerja pada bulan September 2014 dengan hari kerja yang dijadwalkan yaitu 30 hari (300 jam) tanpa adanya hari libur dengan waktu kerja terjadwal per hari 24 jam, jumlah *shift* dalam 1 hari yaitu 2 *shift* masing-masing 12 jam termasuk 1 jam istirahat, 2 jam untuk kegiatan P2H dan 30 menit untuk pergantian *shift* dalam 1 *shift*. Dan hambatan non teknis selama 3 jam untuk *shift* 1 dan 4 jam untuk *shift* 2 sehingga waktu yang tersedia dalam sehari yaitu 10 jam.

Tabel-1. Jam kerja terjadwal PT Binuang Mitra Bersama tahun 2014

No	Jenis Kegiatan	Waktu Kerja	
		Hari	Jam
1	Jumlah Hari Kerja	30	
2	Jam Kerja Per Shift		24
3	Hari Libur	-	
4	Jumlah Shift Per Hari		
	Shift 1		12
	Shift 2		12
5	Istirahat		
	Shift 1		1
	Shift 2		1
6	Perawatan Pemeliharaan Harian (P2H)		
	Shift 1		2
	Shift 2		2
7	Pergantian Shift		
	Shift 1		0,5
	Shift 2		0,5
8	Hambatan non teknis		
	Shift 1		3
	Shift 2		4
9	Waktu Terjadwal		300
10	Waktu Tersedia		10

Jam Kerja Aktual

Jam kerja actual di PT BMB merupakan waktu saat beroperasi yang diamati langsung di lapangan. Secara aktual banyak hambatan yang mempengaruhi jam kerja mengakibatkan kehilangan jam kerja (*loss time*) pada kegiatan *crushing plant* terbagi menjadi *standby*, *delay time*, *breakdown* alat *support* dan *crusher* [4].

Tabel-2. Jam kerja aktual *crushing plant*-3, bulan September 2014

Hari	Standby (jam)	Breakdown (jam)	Shift Pagi (jam)	Jam Kerja Efektif (jam)
1	3,5	2,1	12	4,4
2	2	1,2	12	6,8
3	3,3	2,5	12	4,2
4	2,3	1,1	12	6,6
5	3,7	0	12	6,3
6	3,9	1,4	12	4,7
7	1,4	3,7	12	4,9
8	2,6	2,1	12	5,3
9	3,4	2,8	12	3,8
10	2,3	1,2	12	6,5
11	2,4	1,9	12	5,7
12	1,6	4,1	12	4,3
13	3,3	2,1	12	4,6
14	4,1	2,2	12	3,7
15	2,8	3	12	4,2
16	2,1	2,6	12	5,3
17	2,9	4,4	12	2,7
18	3,8	1	12	5,2
19	3,6	3,7	12	2,7
20	3,6	3,9	12	2,5
21	2,9	0	12	7,1
22	3,3	2,5	12	4,2
23	3,6	3,1	12	3,3
24	3,5	3,5	12	3
25	2,4	2,8	12	4,8
26	4,8	0,2	12	5

27	2	5,6	12	2,4
28	2,2	3,1	12	4,7
29	4,7	1,3	12	4
30	2	5,3	12	2,7
Total	90	74,4	360	135,6
Rata-rata	3,0	2,5	12	4,52

Target Produksi

PT Binuang Mitra Bersama pada tahun 2014 merencanakan target produksi pada unit *Crushing Plant* line -3 sebesar 300 ton/jam. Dimana target ini didasarkan pada permintaan dari pembeli.

Tabel-3. Target produksi PT Binuang Mitra Bersama

Tahun	Target Produksi
2012	200
2013	250
2014	300

Batubara STOCK ROM *Crushing Plant* Line-3 PT BMB

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan ukuran batubara pada *stock ROM* PT BMB yaitu berukuran $\pm 35\text{-}50$ cm dan densitas batubara sebesar $1,30 \text{ ton}/m^3$.



Gambar-1. Ukuran Batubara di Stock ROM CP Line-3 PT BMB

Tabel-4. Densitas batubara di ROM Line-3

Densitas Batubara	Keterangan
Terkecil	$0,8 \text{ ton}/m^3$
Terbesar	$1,47 \text{ ton}/m^3$
Rata-rata	$1,30 \text{ ton}/m^3$

Kapasitas Hopper

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diketahui daya tampung *hopper crushing plant* line-3 sebesar 11,59 ton dan produksi hopper sebesar 403 ton/jam.

Tabel-5. Kapasitas dan produksi *hopper*

	Keterangan
Densitas Batubara	1,30 ton/m ³
Daya Tampung Hopper	11,59 ton
Produksi Hopper	403 ton/jam

Cycle Time Alat Support

Pengamatan waktu edar (*cycle time*) mencakup empat pengamatan, yaitu waktu menggali material (*digging time*), waktu ayun bermuatan (*swing load*), waktu tumpah (*dumping time*), dan waktu ayun kosong (*swing empty*) Komatsu PC 300 pada 120 kali pengamatan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, alat support pengumpanan memiliki *cycle time* rata-rata sebesar 14,69s dan *delay time* rata-rata sebesar 5,68s [5].

Tabel-6. *Cycle time* alat support pengumpanan *crushing plant* line-3

NO	sampling Data	Digging & Loading Time (detik)	Swing Time (detik)	Dumping Time (detik)	Swing Empty Time (detik)	Cycle Time (detik)	Delay Time (detik)
1	S1 – S20	4,31	5,67	4,16	6,78	20,92	3,62
2	S21 – S40	3,32	4,2	3,51	2,54	13,57	5,03
3	S41 – S60	3,33	2,89	3,43	4,87	14,52	2,49
4	S61 – S80	3,89	3,5	2,91	2,86	13,16	3,85
5	S81 – S100	4,18	4,57	2,81	4,06	15,62	4,71
6	S101 – S120	4,05	3,15	4,1	3,75	15,05	1,66
Rata-rata		3,67	3,73	3,13	3,91	14,69	5,68

Efisiensi Kerja dan Produktivitas Alat Pengumpan

Berdasarkan perhitungan *cycle time* alat pengumpan, efisiensi alat pengumpan Komatsu PC 300 sebesar 72,12% dengan produktivitas sebesar 267,70 ton/jam dan produksi per bulan sebesar 36.302,30 ton/bulan.

Produktivitas Alat Crusher

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, produksi mesin *crusher* Line-3 per harinya yaitu sebesar 262,13 ton/jam dan produksi per bulan pada bulan September 2014 yaitu sebesar 35.256,39 ton/bulan.

Ketersediaan Alat *Physical Availability* (PA) dan *Use of Availability* (UA)

Physical Availability mengacu pada ketersediaan alat *support* pada proses pengumpanan *crushing plant*. Persentasenya sebesar 75,20%. Sementara *use of availability* mengacu pada berapa persen waktu yang digunakan suatu alat beroperasi pada saat alat tersebut digunakan. Persentasenya sebesar 60,11% [6].

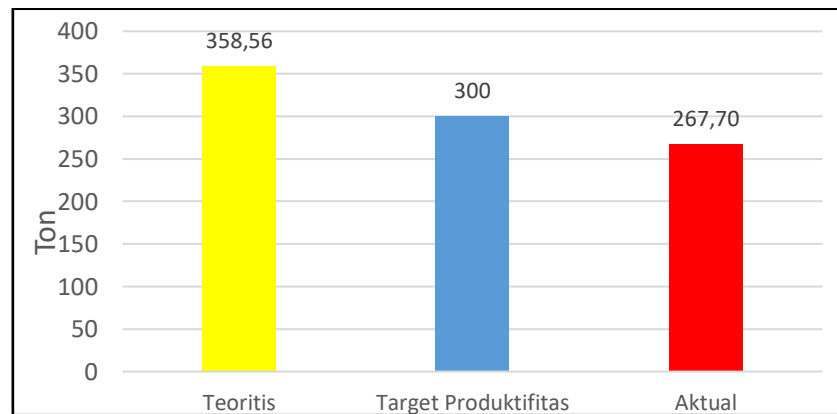
Tabel-7. Produksi bulan September 2014 unit *crusher* Line-3 PT BMB

Uraian	Hasil
Target Produktivitas (ton/jam)	300

Produktivitas <i>excavator</i> (ton/jam)	267,70
Produktivitas <i>crushing plant</i> (ton/jam)	262,13
Produksi (ton/bulan)	35.256,39
PA (%)	75,20
UA (%)	60,11

Pencapaian kinerja alat support PC 300

Kinerja alat *support* pada proses pengumpanan akan berpengaruh pada produktivitas *crusher*. Besarnya kinerja alat *support* berdasarkan nilai alat secara teoritis, target produksi dan aktual dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar-2. Produktivitas PC 300-8 secara teoritis, target produktivitas dan aktual

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan kinerja aktual alat *support* pada proses pengumpanan sebesar 75,42% dari produktivitas teoritis. Ini artinya alat pengumpan tidak bekerja secara maksimal [7].

Evaluasi Perbaikan Ukuran Batubara

Perbaikan ukuran *raw material* dilakukan untuk mendapatkan material yang sesuai dengan lubang bukaan *grizly* agar nilai *delay time* akibat alat *support* menghancurkan material yang tersangkut di *grizly* dapat berkurang. Ukuran material batubara maksimal yang disarankan adalah batubara $\leq 28 \times 28$ cm, sesuai dengan ukuran lubang bukaan *hopper*. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, produktivitas alat *support* pada pengumpanan *crusher* setelah dilakukan perbaikan ukuran batubara yang masuk ke *hopper* yaitu sebesar 311,43 ton/jam, atau naik 16,33% dari produktivitas awal [8].

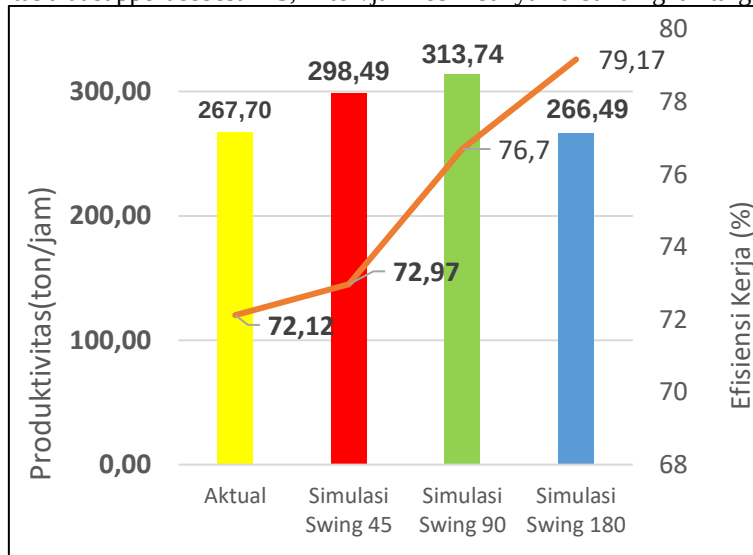
Tabel-8. Produktivitas alat *support* setelah perbaikan ukuran batubara

Kondisi	CT	Delay Time	Efisiensi Kerja	Produktivitas (ton/jam)	Penambahan Produktivitas (ton/jam)
Sebelum Perbaikan	14,69	5,68	72,12%	267,70	43,37
Setelah Perbaikan	14,69	2,82	83,90%	311,43	

Evaluasi Simulasi *Swing Manuver* Alat Support

Simulasi *swing maneuver* dilakukan untuk mendapatkan produktivitas sesuai dengan target produktivitas yang diinginkan. Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan, *cycle time* rata-rata PC300-8 yaitu 14,69 detik dan efisiensi kerja alat hanya sebesar 72,12%. Hal ini disebabkan selama masa pengamatan, alat *support* melakukan pengumpanan dengan *swing angle* sebesar 45° - 270° . Simulasi *swing maneuver* yang dilakukan yaitu pada *swing angle* 45° , 90° dan 180° yang kemudian dibandingkan dengan *swing angle* yang diperoleh dari pengamatan langsung. *Trial* pembatasan radius kerja PC 300 dilakukan pada *swing* 45° diperoleh nilai produktivitas sebesar 298,49 ton/jam dan efisiensi kerja 72,97%, pada *swing* 90° diperoleh produktivitas sebesar 313,74 ton/jam dan efisiensi kerja 76,70%, pada *swing* 90° - 180° nilai produktivitasnya sebesar 266,49 ton/jam dan efisiensi kerja 79,17%. Apabila dibandingkan dengan nilai produktivitas

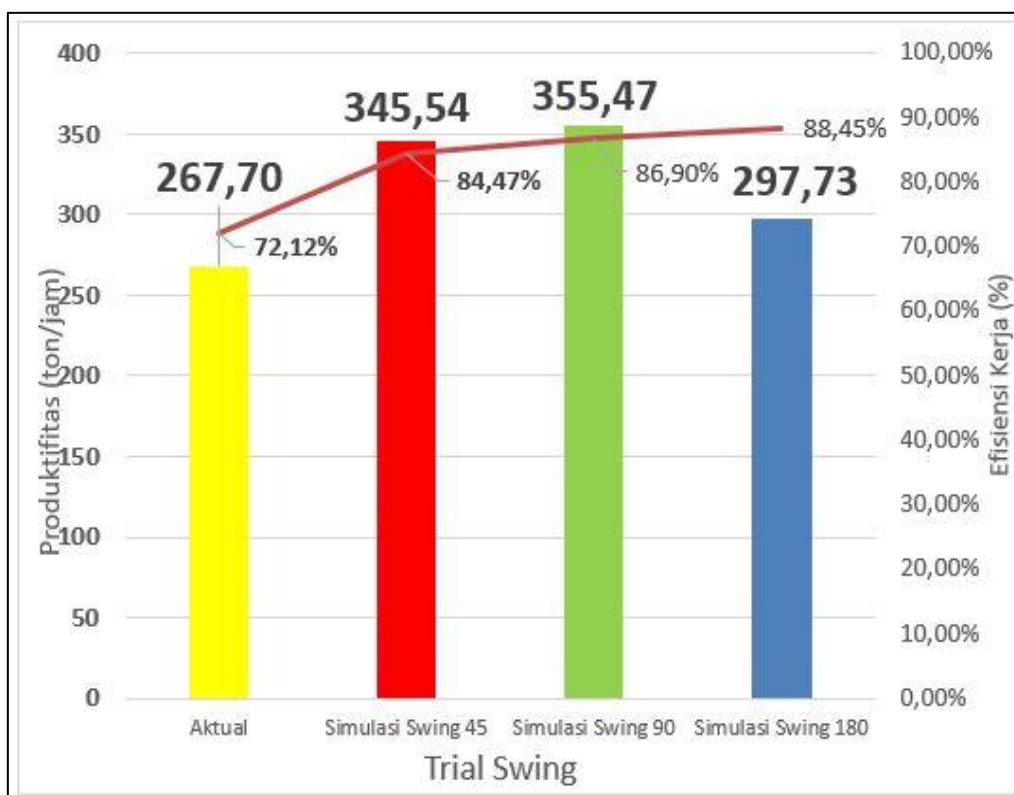
aktual dengan *swing angle* 45° - 270° hanya 267,70 ton/jam dan efisiensi kerja 72,12%. Dari hasil simulasi terlihat pada *swing angle* 90° produktivitas alat support sebesar 13,74 ton/jam lebih banyak dibandingkan target produksi 300 ton/jam [9].



Gambar-3. Grafik trial swing angle terhadap produktivitas alat support

Evaluasi simulasi swing manuver alat support dan perbaikan ukuran material Batubara

Simulasi perbaikan yang ketiga adalah dengan menggabungkan antara simulasi 1 dan simulasi 2, yaitu perbaikan ukuran raw material dan *trial swing manuver*. Pada simulasi ini *swing* 45° diperoleh nilai produktivitas sebesar 345,54 ton/jam dan efisiensi kerja 84,47%, pada *swing* 90° diperoleh produktivitas sebesar 355,47 ton/jam dan efisiensi kerja 86,90% dan pada *swing* 90°-180° nilai produktivitas hanya 297,73 ton/jam dan efisiensi kerja 88,45% dibandingkan dengan nilai produktivitas aktual dengan *swing angle* 45° - 270° hanya 267,70 ton/jam dan efisiensi kerja 72,12%. Dari hasil simulasi terlihat bahwa *swing angle* 90° meningkat 55,47 ton/jam terhadap produktivitas target 300 ton/jam [10].



Gambar-4. Grafik Trial Swing Angle dan Perbaikan Ukuran Raw Material Batubara

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan evaluasi yang telah dilakukan pada Line-3 *Crushing Plant* PT Binuang Mitra Bersama, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengolahan batubara pada departemen produksi PT. Binuang Mitra Bersama pada line-3 menggunakan 1 unit *hopper*, 2 unit *crusher*, 1 unit *vibrating screen*, 2 unit *belt conveyor* dan dibantu 3 unit PC 200-8, PC 300-8 merk KOMATSU dan 2 unit *Loader* WA 500 merk KOMATSU.
2. Pengaruh alat *support* terhadap unit-unit *crushing plant* :
 - a. Pengaruh kinerja alat *support* terhadap unit *hopper*, kinerja alat *support* kurang begitu baik dimana nilai produktivitas aktual lebih rendah dibandingkan produktivitas teoritis dan masih lebih rendah dibandingkan produktivitas aktual unit *hopper* yang menunjukkan unit *hopper* belum mampu menyalurkan material batubara yang masuk menuju unit *primary crusher* tanpa mengalami hambatan.
 - b. Pengaruh kinerja alat *support* terhadap unit *crushing plant*, produktivitas unit *crushing plant* yang lebih rendah dibandingkan produktivitas unit *support* dan *hopper* menunjukkan adanya material yang hilang selama proses pengolahan baik itu dari material yang jatuh dari *hopper*, *belt conveyor*, *crusher* atau dikarenakan kerusakan unit *crushing plant*.
3. Kemampuan produktivitas aktual PT BMB pada alat *support (excavator)* yaitu sebesar 267,70 ton/jam sedangkan produktivitas teoritis sebesar 352,80 ton/jam.
4. Analisis produktivitas setelah perbaikan :
 - a. Perbaikan *swing angle* dengan *delay time* tetap pada *swing angle* 90° dapat meningkatkan nilai produktivitas sebesar 46,04 ton/jam dari produktivitas awal 267,70 ton/jam menjadi 313,74 ton/jam.
 - b. Perbaikan ukuran material dengan menghilangkan *delay time* untuk perapian *grizzly* meningkatkan nilai produktivitas sebesar 43,37 ton/jam dari produktivitas awal 267,70 ton/jam menjadi 311,43 ton/jam.
 - c. Perbaikan *swing angle* dan ukuran material pada *swing angle* 90° dan perbaikan ukuran material dapat meningkatkan nilai produktivitas sebesar 87,77 ton/jam dari produktivitas awal 267,70 ton/jam menjadi 355,47 ton/jam.

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu :

1. Perlunya penyesuaian ukuran material batubara sebelum masuk kedalam *hopper* agar tidak terjadi *delay* akibat operator alat *support* mengecilkan batubara di mulut *hopper*.
2. Perlu dilakukan perbaikan/perawatan total pada unit *crushing plant* agar waktu *breakdown* alat dapat dikurangi.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada mesin-mesin *crushing plant* yang sering mengalami kerusakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT Binuang Mitra Bersama yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan penelitian serta terima kasih kepada pihak-pihak lain yang turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Modul Ajar Pemindahan Tanah Mekanis*, Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, 2004, pp. 5-30.
- [2] H.L. Hartman, *Introduction Mining Engineering*, New York, John Wiley and Sons, 1987, pp 135-139.
- [3] A. Gupta, *Mineral Processing Design and Operations – An Introduction*, Perth, 2006.
- [4] Dyah Ika Rinawati, “Penentuan Waktu Baku Dengan Metode Work Sampling Untuk Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Optimal”, *J@TI Undip*, Vol VII, September, 2012.
- [5] M. Ardi Zailani, “Kajian teknis peningkatan korelasi rencana cycle time alat angkut di pit kwest pt. kaltim prima coal kalimantan timur,” Skripsi, Fakultas Teknik Pertambangan, Univ Sriwijaya, Sumatra Selatan, 2014.
- [6] *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*, Universitas Semarang, Semarang University Press, Semarang, 2008.
- [7] R. Peurifoy, *Construction, Planning, Equipment, and Methods*, 7th Edition., Mc Graw Hill, Inc., 2006.
- [8] *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2006.
- [9] Rizqi Mustaqim, “Studi Produktivitas Alat Gali Muat Berdasarkan Spesific Swing Angle : Studi Kasus Pit C PT. International Prima Coal, Samarinda, Kalimantan Timur,” Skripsi, Fakultas Teknik Pertambangan, Univ. Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2019.
- [10] Wafindra Deniswara, “Produktivitas alat gali muat berdasarkan swing angle top loading dan bottom loading”, *Jurnal Inovasi Pertambangan dan Lingkungan*, Vol. 3, April, 2023.