

KAJIAN TEKNIS PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT BACKHOE LIEBHERR R 996 PADA PENGUPASAN OVERBURDEN DI PIT JUPITER PT KALTIM PRIMA COAL

TECHNICAL STUDY PRODUCTIVITY OF BACKHOE LIEBHERR R 996 ON STRIPPING OVERBURDEN AT PIT JUPITER PT KALTIM PRIMA COAL

Yoan Syahputra¹, Harminuke Eko Handayani², Fuad Rusydi Suwardi³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jalan Palembang–Prabumulih KM 32, Indralaya, 30662, Indonesia
E-mail: yoan@engineer.com, harminuke@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kegiatan pengupasan overburden di Pit Jupiter PT Kaltim Prima Coal, menggunakan metode konvensional dengan rangkaian kerja backhoe dan dumptruck. Kombinasi kerja backhoe Liebherr R 996 dengan dumptruck Hitachi EUCLID EH4500. Total volume overburden yang harus dikupas direncanakan sebesar 31.792.056 bcm untuk penambangan 3.943.118 ton batubara sehingga stripping ratio direncanakan sebesar 8,06. Namun, pencapaian angka produktivitas rata-rata backhoe Liebherr R 996 hanya sebesar 1.563,96 bcm/jam berada dibawah target produktivitas yang direncanakan sebesar 2.000 bcm/jam. Pengkajian faktor-faktor teknis yang berpengaruh terhadap alat gali muat backhoe Liebherr R 996 di area pemuatannya terus dilakukan di lapangan selama penelitian. Kemudian, perolehan data dihimpun, diolah, dan disajikan dalam bentuk tabel dan besaran produktivitas. Data faktor-faktor teknis yang tidak ideal diolah lebih lanjut, kemudian hasilnya dituangkan dalam bentuk diagram Pareto. Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa persentase faktor-faktor teknis yang berpengaruh terhadap rendahnya produktivitas backhoe Liebherr R 996, diantaranya manajemen supervisi dibawah 30 menit 20,00%, waktu pemuatan yang tinggi 19,23%, single front loading 15,38%, bench yang rendah 13,08%, usage yang rendah 7,69%, area pemuatan yang sempit 6,92%, dan hard digging 5,38%. Setelah dilakukan langkah perbaikan dengan salah satu alternatif solusi, yaitu mempercepat waktu edar backhoe maka angka produktivitas rata-rata backhoe Liebherr R 996 meningkat menjadi 2.050,96 bcm/jam.

Kata Kunci: Pit Jupiter, overburden, backhoe Liebherr R 996, faktor-faktor teknis, produktivitas.

ABSTRACT

The stripping of overburden process at Pit Jupiter PT Kaltim Prima Coal, using conventional methods with combination of working backhoe Liebherr R 996 with dumptruck Hitachi EUCLID EH4500. The total volume of overburden should be pared planned 31.792.056 bcm for 3.943.118 tons of coal mining so that stripping ratio of planned about 8,06. However, the achievement of the average productivity backhoe only amounted to 1.563,96 bcm/hour below the planned productivity target 2.000 bcm/hour. Studies on technical factors that affect to backhoe at loading point continues to do for research. Later, the acquisition of the data compiled, processed, and presented in the form of tables and magnitudes of productivity. Data of technical factors which are not ideal processed further, then the result is poured in the form of Pareto chart. The results showed that the percentage of the technical factors that influence against the low productivity of the backhoe, including management supervision under the 30 minutes 20,00%, high loading time 19,23%, single front loading 15,38%, low bench 13,08%, low usage 7,69%, narrow of loading point 6,92%, and hard digging 5,38%. After improvement with one of alternative solutions, accelerates cycle time of backhoe, the average productivity of backhoe increased to 2.050,96 bcm/hour.

Key words: Pit Jupiter, overburden, backhoe Liebherr R 996, technical factors, productivity.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan pengupasan *overburden* di Pit Jupiter menggunakan rangkaian kerja *backhoe* dan *dumptruck*. Salah satunya adalah kombinasi kerja *backhoe* Liebherr R 996 dengan *dumptruck* Hitachi EUCLID EH4500 [1]. Berdasarkan *Forecast_F1_2015_v2*, PT Kaltim Prima Coal menetapkan target produktivitas per jam *backhoe* Liebherr R 996, yaitu 2.000 bcm/jam sedangkan pencapaian produktivitas rata-rata per jam *backhoe* Liebherr R 996 hanya sebesar 1.563,96 bcm/jam. Hal ini setara dengan kehilangan kesempatan memindahkan *overburden* sebesar 436,04 bcm/jam/unit.

Penelitian ini dilakukan dengan langkah pertama melakukan observasi dan pengambilan data. Pengkajian faktor-faktor teknis yang berpengaruh terhadap alat gali muat di area pemuatannya terus dilakukan di lapangan selama penelitian sehingga didapat informasi pada kondisi mana yang memungkinkan untuk dilakukan usaha perbaikan terhadap faktor-faktor teknis di area pemuatan *backhoe* Liebherr R 996. Kemudian, perolehan data tersebut dihimpun, diolah, dan disajikan dalam bentuk tabel, diagram, dan besaran produktivitas. Pendekatan matematis, berupa analisis nilai kemampuan gali (*digging rate*) dan kemampuan gali sesaat (*instantaneous digging rate*) dilakukan untuk memperoleh pencapaian produktivitas alat gali muat *backhoe* Liebherr R 996 [2]. Selain itu, pendekatan grafis, berupa diagram *Pareto* dibuat untuk menggambarkan persentase pengaruh faktor-faktor teknis yang tidak ideal terhadap pencapaian produktivitas alat gali muat *backhoe* Liebherr R 996 di area pemuatannya. Selanjutnya dicari alternatif solusi yang paling tepat yang bisa diterapkan menggunakan beberapa langkah perbaikan dalam rangka meningkatkan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 hingga mencapai target produktivitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 2.000 bcm/jam.

Faktor-faktor teknis yang mempengaruhi produktivitas *backhoe* di area pemuatan, diantaranya dimensi area pemuatan, metode pemuatan, manajemen area pemuatan, karakteristik *overburden*, sudut ayunan (*swing angle*), faktor pengembangan (*swell factor*), faktor pengisian *bucket* (*bucket fill factor*), tipe dan kapasitas *bucket*, ketersediaan alat (*equipment utilization and availability*), gangguan mekanik/mesin (*mechanical issue*), waktu edar (*cycle time*) dan waktu pemuatan (*loading time*) *backhoe*, waktu posisi (*spotting time*) *dumptruck*, dan *skill* operator, serta faktor keserasian alat.

Luas area pemuatan harus cukup lebar agar bisa dilakukan kegiatan pemuatan *overburden* kedalam *dumptruck* [3]. Tinggi jenjang material optimum adalah 30% hingga 50% dari tinggi gali maksimum alat gali muat [4]. Metode pemuatan berdasarkan pada posisi *backhoe* terhadap *dumptruck*, yaitu *bottom loading* dan *top loading* [5]. Metode pemuatan berdasarkan pada jumlah penempatan posisi *dumptruck* untuk dimuati terhadap posisi *front backhoe*, yaitu *single front loading*, *double front loading*, dan *drive by loading* [6]. Manajemen kondisi *loading point* yang baik akan menyebabkan alat gali muat dan alat angkut bekerja secara maksimal sehingga akan diperoleh *cycle time* yang cukup efektif [6].

Karakteristik *overburden* yang *easy digging* akan mempercepat waktu edar alat gali muat [7]. *Swing angle* adalah sudut horizontal yang dibentuk antara posisi *bucket* ketika melakukan penggalian dengan posisi *bucket* saat melakukan penumpahan material ke *dumptruck* [8]. *Swell factor* adalah peningkatan fraksi dalam volume dari suatu material yang terjadi karena material tersebut diambil dari tempat asalnya di alam dan disimpan dalam keadaan lepas/gembur [9]. *Bucket fill factor* adalah persentase volume yang sesungguhnya yang dapat diisikan ke dalam *bucket* dibandingkan dengan kapasitas teoritisnya [10]. Jenis ukuran *bucket* alat gali muat yang perlu diketahui, diantaranya *struck capacity* dan *heaped capacity* [5]. Ketersediaan alat gali muat, meliputi *mechanical availability* (MA), *physical availability* (PA), *use of availability* (UA), dan *effective utilization* (EU) [11]. *Mechanical issue* yang sering dialami alat gali muat *backhoe* selama penggunaannya, diantaranya mesin kehilangan daya (*engine low power*), *hydraulic oil leaking*, dan lainnya [6]. Waktu edar *backhoe*, meliputi waktu *dig*, *raise full bucket*, *swing full bucket*, *dump*, *empty swing* [12]. *Spotting time dumptruck*, terdiri dari waktu memutar (*manuver*) dan waktu mundur (*backward*) [2]. Efisiensi kemampuan dan keterampilan operator dalam mengoperasikan alat mekanis sangat sulit ditentukan secara tepat karena tergantung dari kondisi cuaca, kondisi alat mekanis, dan lingkungan kerja [13]. Faktor keserasian alat gali muat dan alat angkut didasarkan pada produktivitas alat gali muat dan produktivitas alat angkut pada saat beroperasi, yang dinyatakan dalam *match factor* [13].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Studi literatur, yaitu pendekatan kepustakaan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan penelitian.
2. Orientasi lapangan dan pengumpulan data, data yang dikumpulkan meliputi data primer antara lain *working space*, *bench height*, metode pemuatan, durasi keberadaan supervisi di area pemuatan, kondisi permukaan area pemuatan, *bucket fill factor*, *swell factor*, *cycle time* dan *loading time backhoe* Liebherr R 996, serta *spotting time dumptruck* Hitachi EUCLID EH4500. Selain itu, dikumpulkan juga data sekunder, antara lain data dari program *Minvu Dispatch System*, yaitu data produktivitas nyata per jam *backhoe* Liebherr R 996, data waktu kerja efektif, data waktu perbaikan (*mechanical issue/downtime*), dan waktu *standby* alat gali muat *backhoe* Liebherr R 996.

- Pengolahan data, yaitu mengolah data *bucket fill factor*, *swell factor*, waktu edar *backhoe*, waktu pemuatan *backhoe*, dan *spotting time dumptruck* untuk menghitung kemampuan gali (*digging rate*), kemampuan gali sesaat (*instantaneous digging rate*), dan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996. Data hasil penelitian yang lain, berupa *working space*, *bench height*, metode pemuatan, durasi keberadaan supervisi di area pemuatan, karakteristik *overburden*, dan kondisi permukaan area pemuatan disajikan dalam diagram *Pareto*. Diagram *Pareto* akan memperlihatkan urutan faktor penyebab dari yang terbesar hingga yang terkecil terhadap rendahnya pencapaian produktivitas *backhoe* Liebherr R 996.
- Analisis dan pembahasan dilakukan dengan mencoba beberapa langkah perbaikan dalam memperbaiki faktor-faktor teknis di area pemuatan. Langkah perbaikan yang paling tepat digunakan sebagai alternatif solusi yang relevan dan bisa diterapkan dalam rangka meningkatkan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 hingga mencapai target yang ditetapkan perusahaan sebesar 2.000 bcm/jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Produktivitas *Backhoe* Liebherr R 996

Penentuan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 didasarkan pada nilai *digging rate*, *instantaneous digging rate*, dan *effective utilization*. Nilai *digging rate* (DR) harus diketahui nilai *cycle time backhoe* (CT_0), kapasitas *bucket* (Bc), faktor pengisian *bucket* (BFF), dan *swell factor* (SF) dengan menggunakan rumus sebagai berikut [2]:

$$DR = \frac{3.600}{CT_0} \times Bc \times BFF \times SF \quad (1)$$

Nilai *digging rate* dapat dilihat pada Tabel 1 dimana diperoleh DR rata-rata *backhoe* sebesar 2.332,22 bcm/jam.

Setelah besarnya *cycle time backhoe* dan *digging rate* diketahui maka perlu diketahui *spotting time dumptruck* dan jumlah pemuatan (n) sehingga *instantaneous digging rate* (IDR) bisa diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut [2]:

$$IDR = \frac{3.600}{(n \times CT_0) + Spotting\ Time\ Dumptruck} \times n \times Bc \times BFF \times SF \quad (2)$$

$$IDR = \frac{DR}{1 + \frac{Spotting\ Time\ Dumptruck}{n \times CT_0}} \quad (3)$$

Nilai *instantaneous digging rate* dapat dilihat pada Tabel 2 dimana diperoleh *Instantaneous Digging Rate* rata-rata *backhoe* sebesar 1.932,62 bcm/jam.

Tabel 1. *Digging Rate Backhoe* Liebherr R 996

ID <i>Backhoe</i>	CT_0 (detik)	Bc (m ³)	BFF (%)	SF	<i>Digging Rate</i> (bcm/jam)
S406	34,85	33	83,98	0,837	2.396,16
S409	36,71	33	83,98	0,837	2.274,75
S413	37,17	33	83,98	0,837	2.246,60
S420	34,63	33	83,98	0,837	2.411,38
<i>Digging Rate</i> rata-rata					2.332,22

Tabel 2. *Instantaneous Digging Rate* Liebherr R 996

ID <i>Backhoe</i>	<i>Digging Rate</i> (bcm/jam)	<i>Spotting Time</i> (detik)	Jumlah Pass / n (kali)	CT_0 (detik)	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)
S406	2.396,16	37,22	5	34,85	1.974,42
S409	2.274,75	33,76	5	36,71	1.921,36
S413	2.246,60	38,97	5	37,17	1.857,18
S420	2.411,38	37,99	5	34,63	1.977,50
<i>Instantaneous Digging Rate</i> rata-rata					1.932,62

Ketersediaan alat gali muat *backhoe* Liebherr R 996 didasarkan pada jam kerja efektif (*working hours*), waktu perbaikan (*downtime hours/repair hours*), dan waktu *standby* alat (*standby hours*). Penentuan persentase *effective utilization* (EU) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut [11]:

$$EU = \frac{\text{Working Hours}}{\text{Working Hours} + \text{Down Time Hours} + \text{Standby Hours}} \times 100\% \quad (4)$$

Nilai *effective utilization* dapat dilihat pada Tabel 3 dimana diperoleh EU rata-rata *backhoe* sebesar 81,02%. Angka efisiensi kerja rata-rata *backhoe* tersebut masih tergolong *average* [1].

Penentuan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 dihitung dengan perkalian *instantaneous digging rate* dengan *effective utilization*, seperti rumus berikut ini [2]:

$$P = IDR \times EU \quad (5)$$

Angka produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 dapat dilihat pada Tabel 4 dimana diperoleh produktivitas rata-rata *backhoe* sebesar 1.563,96 bcm/jam.

3.2. Faktor-Faktor Teknis Di Area Pemuatan *Backhoe* Liebherr R 996

Faktor-faktor teknis penyebab permasalahan tidak tercapainya produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 dibuat dalam bentuk diagram *Pareto*. Diagram tersebut menyajikan persentase dan urutan pengaruh faktor yang paling tinggi hingga terendah terhadap penurunan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996. Berdasarkan diagram *Pareto* pada Gambar 1, hasil yang diperoleh setelah dilakukan penelitian terhadap faktor-faktor teknis di semua area pemuatan menunjukkan bahwa manajemen dan keberadaan supervisi dibawah 30 menit berpengaruh paling tinggi sebesar 20,00%, waktu pemuatan yang tinggi 19,23%, *single front loading* 15,38%, *bench* yang rendah 13,08%, *usage* yang rendah 7,69%, area pemuatan yang sempit 6,92%, dan *hard digging* 5,38%. Selain itu, akibat pengaruh faktor-faktor teknis tersebut menyebabkan kondisi permukaan area pemuatan menjadi berundulasi hingga 33,87%, kondisi miring sebesar 19,35%, kondisi licin sebesar 4,84%, dan kondisi berlumpur sebesar 1,61%.

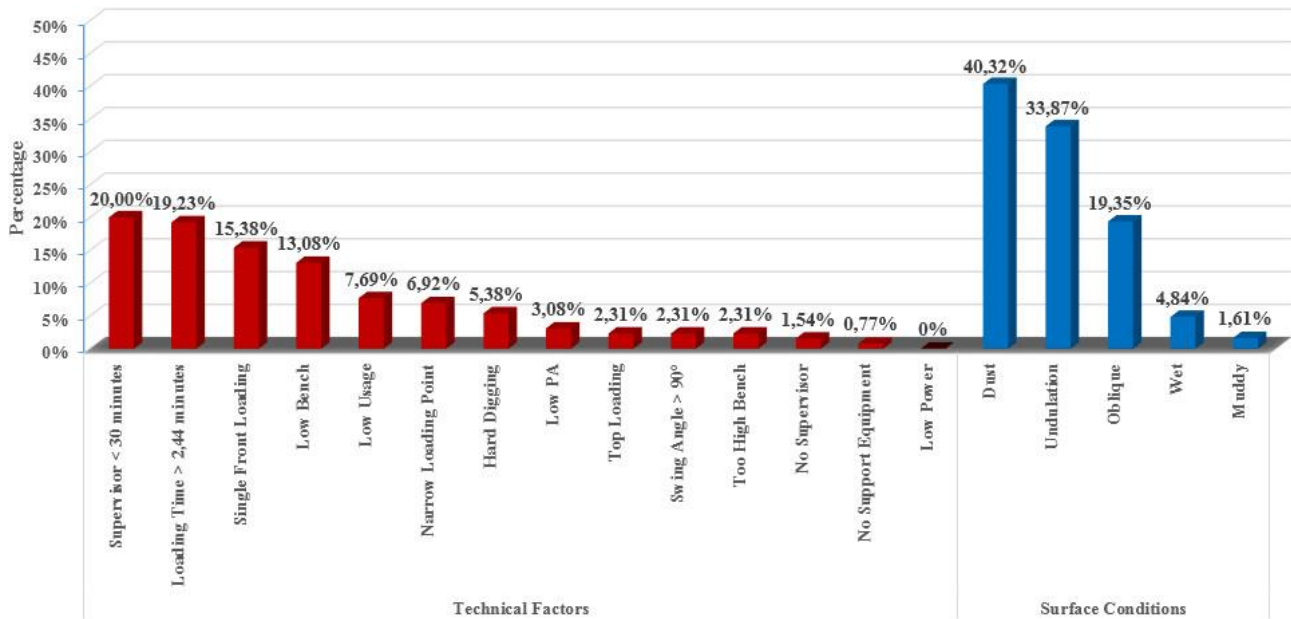
Kondisi permukaan area pemuatan yang ideal, tersusun atas material yang kering, mempunyai permukaan yang rata, tidak licin, tidak terlalu keras, dan tidak terlalu lembek. Seluruh kondisi permukaan di area pemuatan sudah dalam keadaan kering selama penelitian, namun masih banyak dijumpai kondisi permukaan area pemuatan yang sangat berdebu sehingga mengganggu jarak pandang. Kondisi tersebut ditimbulkan dari ceceran *overburden* yang tumpah di area pemuatan akibat kondisi area pemuatannya yang miring dan bergelombang (undulasi). Bahkan, *watertruck* kurang efektif dalam upaya untuk mengurangi debu tersebut karena proses penyiramannya tidak mencapai wilayah pemuatan, hanya sebatas di jalan masuk ke area pemuatan. Persentase kondisi area pemuatan yang berdebu selama penelitian mencapai hingga 40,32%.

Tabel 3. Ketersediaan Rata-Rata Alat Gali Muat *Backhoe* Liebherr R 996

ID <i>Backhoe</i>	<i>Working Hours</i>	<i>Down Time Hours</i>	<i>Standby Hours</i>	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
S406	45,4	9,8	18	82,25	95,0	73,68	70,0
S409	46,3	1,2	8,9	97,47	98,0	87,39	85,64
S413	45,0	1,4	8,5	96,98	97,0	87,83	85,19
S420	50,4	1,0	12,4	98,06	98,0	84,94	83,24

Tabel 4. Produktivitas *Backhoe* Liebherr R 996

ID <i>Backhoe</i>	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	<i>Effective Utilization</i> (%)	Produktivitas <i>Backhoe</i> (bcm/jam)
S406	1.974,42	70,00	1.382,01
S409	1.921,36	85,64	1.645,49
S413	1.857,18	85,20	1.582,22
S420	1.977,50	83,24	1.646,10
Produktivitas rata-rata			1.563,96



Gambar 1. Diagram Pareto Pengaruh Faktor Teknis dan Kondisi Permukaan Area Pemuatan Yang Tidak Ideal

3.3. Alternatif Solusi Untuk Meningkatkan Produktivitas *Backhoe* Liebherr R 996

Berdasarkan studi yang telah diuraikan diatas maka dicoba melakukan langkah-langkah perbaikan yang diharapkan dapat ditemukan alternatif solusi yang tepat dalam rangka meningkatkan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996. Beberapa alternatif solusi tersebut dijabarkan sebagai berikut:

3.3.1. Peningkatan *Effective Utilization* dan *Bucket Fill Factor*

Jika dalam kondisi baik, diasumsikan dengan meminimalisir waktu *downtime* dan *standby* alat dalam langkah perbaikan pertama. Alat gali muat bekerja lebih efektif dalam kurun waktu satu jam, yaitu selama 55 menit sehingga nilai *effective utilization* setiap alat gali muat meningkat menjadi 91% [1].

Selain itu, langkah perbaikan pertama ini melakukan peningkatan perolehan *bucket fill factor* (BFF) dan jumlah pemuatan ideal sebanyak 5 *pass* [3]. Berdasarkan perhitungannya, nilai BFF adalah 83,98%. Namun, kapasitas *bucket backhoe* tersebut sebenarnya mampu mengangkat *overburden* lebih dari itu dengan kapasitas munjung jika *overburden* hasil peledakannya tergolong *well blasted* sehingga dicoba untuk meningkatkan BFF hingga 95% [1]. Jika langkah perbaikan ini dilakukan, peningkatan *instantaneous digging rate* dapat dilihat pada Tabel 5 dan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 pada Tabel 6.

Tabel 5. Peningkatan Nilai *Instantaneous Digging Rate* dengan Peningkatan *Bucket Fill Factor*

ID <i>Backhoe</i>	n	Cycle Time CT ₀ (s)	Spotting Time Dumptruck (s)	Bucket Capacity Backhoe (m ³)	Bucket Fill Factor (%)	Swell Factor	Instantaneous Digging Rate (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	5	34,85	37,22	33	83,98	0,837	1.974,42	13,12
					95,00		2.233,50	
S409	5	36,71	33,76	33	83,98	0,837	1.921,36	13,12
					95,00		2.173,48	
S413	5	37,17	38,97	33	83,98	0,837	1.857,18	13,12
					95,00		2.100,88	
S420	5	34,63	37,99	33	83,98	0,837	1.977,50	13,12
					95,00		2.236,99	

Tabel 6. Peningkatan Produktivitas dengan Peningkatan *Effective Utilization* dan *Bucket Fill Factor*

ID Backhoe	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	<i>Effective Utilization</i> (%)	Produktivitas Backhoe (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	1.974,42	70,00	1.382,01	47,07
	2.233,50	91,00	2.032,49	
S409	1.921,36	85,64	1.645,49	20,20
	2.173,48	91,00	1.977,87	
S413	1.857,18	85,20	1.582,22	20,83
	2.100,88	91,00	1.911,80	
S420	1.977,50	83,24	1.646,10	23,67
	2.236,99	91,00	2.035,67	

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 terlihat bahwa terjadi peningkatan rata-rata produktivitas *backhoe* sebesar 27,94% dengan angka produktivitasnya sebesar 1.989,46 bcm/jam setelah dilakukan peningkatan *effective utilization* dan *bucket fill factor*. Dengan demikian, pemilihan solusi dengan langkah perbaikan ini perlu dipertimbangkan meskipun pencapaian produktivitas rata-rata belum memenuhi target perusahaan yang ditetapkan.

3.3.2. Peningkatan *Effective Utilization* dan Penerapan Metode Pemuatan *Drive By Loading*

Penerapan metode pemuatan *drive by loading* memerlukan luas area pemuatan yang lebar untuk keluar masuk *dumptruck*. Luas area pemuatannya harus lebih dari 32 m agar aman untuk menerapkan metode ini [6]. Keuntungan dari penggunaan metode pemuatan *drive by loading* adalah dapat mengurangi waktu tunggu *dumptruck* melakukan *spotting*, serta mengurangi *spotting time dumptruck* karena tidak melakukan manuver penuh dan mundur.

Langkah perbaikan kedua mengasumsikan bahwa *spotting time dumptruck* ketika menerapkan metode pemuatan *drive by loading* adalah setengah dari *manuver dumptruck* pada saat melakukan *spotting* seperti yang biasa dilakukan. Selain itu, alat gali muat juga bekerja lebih efektif dalam kurun waktu satu jam, yaitu selama 55 menit sehingga nilai *effective utilization* setiap alat gali muat meningkat menjadi 91%. Jika melakukan langkah perbaikan ini, peningkatan *instantaneous digging rate* dapat dilihat pada Tabel 7 dan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8 menunjukkan bahwa peningkatan rata-rata produktivitas *backhoe* yang terjadi sebesar 31,23% dengan angka produktivitasnya sebesar 2.040,28 bcm/jam setelah dilakukan peningkatan *effective utilization* dan penerapan metode pemuatan *drive by loading*. Oleh karena itu, langkah perbaikan kedua ini dapat dipilih sebagai alternatif solusi yang bisa dilaksanakan untuk meningkatkan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996.

Tabel 7. Peningkatan Nilai *Instantaneous Digging Rate* dengan Penerapan *Drive By Loading*

ID Backhoe	<i>Digging Rate Backhoe</i> (bcm/jam)	<i>Spotting Time Dumptruck</i> (s)	Jumlah Pass / n (kali)	<i>Cycle Time Backhoe</i> (s)	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	2.396,16	37,22	5	34,85	1.974,42	16,49
		7,29			2.299,94	
S409	2.274,75	33,76	5	36,71	1.921,36	14,15
		6,83			2.193,14	
S413	2.246,60	38,97	5	37,17	1.857,18	16,05
		7,87			2.155,33	
S420	2.411,38	37,99	5	34,63	1.977,50	17,31
		6,83			2.319,87	

Tabel 8. Peningkatan Produktivitas dengan Peningkatan *Effective Utilization* dan *Bucket Fill Factor*

ID Backhoe	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	<i>Effective Utilization</i> (%)	Produktivitas Backhoe (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	1.974,42	70,00	1.382,01	51,44
	2.299,94	91,00	2.092,94	
S409	1.921,36	85,64	1.645,49	21,29
	2.193,14	91,00	1.995,76	
S413	1.857,18	85,20	1.582,22	23,96
	2.155,33	91,00	1.961,35	
S420	1.977,50	83,24	1.646,10	28,25
	2.319,87	91,00	2.111,08	

3.3.3. Peningkatan *Effective Utilization* dan Menghilangkan Waktu *Manuver Dumptruck*

Langkah perbaikan ketiga mengasumsikan bahwa jika *dumptruck* dalam posisi antrian saat menerapkan metode *double front loading* atau *effective single front loading* maka dapat membuat langkah-langkah dengan mengeliminasi waktu *manuver dumptruck*. Artinya, pada saat *dumptruck* kedua tiba di area pemuatan dalam posisi antrian, *dumptruck* tersebut langsung melakukan *manuver* dan berposisi akan mundur (*backward*) sehingga ketika *dumptruck* pertama telah selesai dimuati dan akan meninggalkan area pemuatan, *dumptruck* kedua hanya tinggal melakukan gerakan mundur saja. Selain itu, alat gali muat juga tetap bekerja lebih efektif selama 55 menit sehingga nilai *effective utilization* setiap alat gali muat meningkat menjadi 91%. Peningkatan *instantaneous digging rate* dan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 jika menerapkan langkah perbaikan ketiga ini diperlihatkan dalam Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Peningkatan Nilai *Instantaneous Digging Rate* dengan Menghilangkan Waktu *Manuver Dumptruck*

ID Backhoe	<i>Digging Rate Backhoe DR</i> (bcm/jam)	<i>Spotting Time Dumptruck</i> (s)	Jumlah Pass / n (kali)	<i>Cycle Time Backhoe</i> (s)	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	2.396,16	37,22	5	34,85	1.974,42	7,40
		22,64			2.120,63	
S409	2.274,75	33,76	5	36,71	1.921,36	6,71
		20,10			2.050,24	
S413	2.246,60	38,97	5	37,17	1.857,18	7,52
		23,24			1.996,89	
S420	2.411,38	37,99	5	34,63	1.977,50	6,92
		24,33			2.114,29	

Tabel 10. Peningkatan Produktivitas dengan Peningkatan *Effective Utilization* dan Menghilangkan Waktu *Manuver Dumptruck*

ID Backhoe	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	<i>Effective Utilization</i> (%)	Produktivitas Backhoe (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	1.974,42	70,00	1.382,01	39,64
	2.299,94	91,00	1.929,77	
S409	1.921,36	85,64	1.645,49	13,38
	2.193,14	91,00	1.865,71	
S413	1.857,18	85,20	1.582,22	14,85
	2.155,33	91,00	1.817,17	
S420	1.977,50	83,24	1.646,10	16,88
	2.319,87	91,00	1.924,01	

Tabel 11. Peningkatan Nilai *Instantaneous Digging Rate* dengan Mempercepat Waktu Edar *Backhoe*

ID <i>Backhoe</i>	<i>Spotting Time Dumptruck</i> (s)	Jumlah <i>Pass / n</i> (kali)	<i>Cycle Time CT₀</i> (s)	<i>Bucket Capacity Backhoe</i> (m ³)	<i>Bucket Fill Factor</i> (%)	<i>Swell Factor</i>	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	37,22	5	34,85	33	83,98	0,837	1.974,42	27,99
			25,6				2.527,12	
S409	33,76	5	36,71	33	83,98	0,837	1.921,36	34,34
			25,6				2.581,17	
S413	38,97	5	37,17	33	83,98	0,837	1.857,18	34,65
			25,6				2.500,63	
S420	37,99	5	34,63	33	83,98	0,837	1.977,50	27,20
			25,6				2.515,39	

Tabel 12. Peningkatan Produktivitas dengan Mempercepat Waktu Edar *Backhoe*

ID <i>Backhoe</i>	<i>Instantaneous Digging Rate</i> (bcm/jam)	<i>Effective Utilization</i> (%)	Produktivitas <i>Backhoe</i> (bcm/jam)	Peningkatan (%)
S406	1.974,42	70,00	1.382,01	28,00
	2.527,12		1.768,98	
S409	1.921,36	85,64	1.645,49	34,34
	2.581,17		2.210,51	
S413	1.857,18	85,20	1.582,22	34,65
	2.500,63		2.130,54	
S420	1.977,50	83,24	1.646,10	27,20
	2.515,39		2.093,81	

Berdasarkan Tabel 9 dan Tabel 10 terlihat bahwa produktivitas *backhoe* mengalami peningkatan rata-rata sebesar 21,19% dengan angka produktivitasnya sebesar 1.884,17 bcm/jam setelah dilakukan peningkatan *effective utilization* dan menghilangkan waktu *manuver dumptruck*. Tetapi, produktivitas rata-rata *backhoe* Liebherr R 996 masih belum bisa mencapai target perusahaan sebesar 2.000 bcm/jam jika menggunakan langkah perbaikan ketiga ini.

3.3.4. Mempercepat Waktu Edar (*Cycle Time*) *Backhoe*

Langkah perbaikan keempat mengasumsikan dengan mempercepat waktu edar *backhoe*, yaitu mempercepat waktu penggalian maksimal sama dengan standar yang telah ditetapkan Pit Jupiter selama 25,6 detik. Jika melakukan langkah perbaikan ini, peningkatan IDR dapat dilihat dalam Tabel 11 dan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 pada Tabel 12.

Berdasarkan Tabel 11 dan Tabel 12 terlihat bahwa terjadi peningkatan rata-rata produktivitas *backhoe* sebesar 31,04% dengan angka produktivitasnya mencapai 2.050,96 bcm/jam setelah mencoba melakukan langkah perbaikan dengan mempercepat waktu penggalian (*digging time*) sehingga waktu edar pun juga meningkat. Oleh karena itu, pemilihan alternatif solusi dengan menggunakan langkah perbaikan ini juga perlu dipertimbangkan untuk dilaksanakan. Bahkan, jika langkah perbaikan ini benar-benar akan direalisasikan, kemudian dilakukan juga peningkatan *effective utilization* sebesar 91% maka produktivitas rata-rata *backhoe* Liebherr R 996 akan meningkat hingga mencapai 2.303,28 bcm/jam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Angka produktivitas teoritis dari masing-masing alat gali muat *backhoe* Liebherr R 996 yang diperoleh selama penelitian, yaitu S406 sebesar 1.382,01 bcm/jam, S409 sebesar 1.645,49 bcm/jam, S413 sebesar 1.582,22 bcm/jam, dan S420 sebesar 1.646,10 bcm/jam. Pencapaian produktivitas *backhoe* Liebherr R 996 yang rendah tersebut disebabkan oleh pengaruh faktor-faktor teknis yang tidak ideal selama kegiatan pengupasan *overburden* di area pemuatannya.

2. Faktor-faktor teknis yang berpengaruh paling dominan di area pemuatan, meliputi manajemen dan keberadaan supervisi dibawah 30 menit sebesar 20,00%, waktu pemuatan yang tinggi 19,23%, *single front loading* 15,38%, *low bench* 13,08%, *low usage* 7,69%, area pemuatan yang sempit 6,92%, dan *hard digging* 5,38%. Selain itu, akibat pengaruh faktor-faktor teknis tersebut menyebabkan kondisi permukaan area pemuatan berundulasi hingga 33,87%, area pemuatan yang miring sebesar 19,35%, area pemuatan licin sebesar 4,84%, dan area pemuatan berlumpur sebesar 1,61%, serta menyebabkan kondisi permukaan area pemuatan menjadi berdebu mencapai hingga 40,32%.
3. Alternatif solusi yang perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitas *backhoe* Liebherr R 996, yaitu mempercepat waktu edar *backhoe* Liebherr R 996 dan menerapkan metode pemuatan *drive by loading* dengan peningkatan *effective utilization*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartmann, F. (2003). *Specification and Application Handbook Hydraulic Excavators*. Jerman: Liebherr, France SAS Mining Division, Colmar Cedex.
- [2] Kurniawan, T. (2009). *Studi Analisis Produktivitas Excavator Backhoe Hitachi EX2500 dan Liebherr R 994 di Pit 7 Tambang Batubara Mulia PT Arutmin Indonesia*. Skripsi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan: Institut Teknologi Bandung.
- [3] Renggana, A. S. (2011). *Management System Element 2.06 Standar Prosedur Operasional Pemuatan di Alat Muat Backhoe*. Laporan Penelitian. Kalimantan Timur: PT Kaltim Prima Coal.
- [4] Peurifoy, R.L., Clifford, J. S., dan Aviad, S. (2006). *Construction Planning, Equipment, and Methods*. 7th Edition. New York: Mc Graw Hill Companies Inc.
- [5] Lesmana, Y. (2010). *Analisis Produktivitas Alat Muat Shovel Liebherr R 996 Terhadap Tiga Jenis Alat Angkut Yang Berbeda (Liebherr T282, EUCLID EH4500, dan CAT 789B) di Pit Bendili PT Kaltim Prima Coal*. Skripsi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan: Institut Teknologi Bandung.
- [6] Renggana, A.S. (2011). Analisis Faktor-Faktor Produktivitas Alat Muat dalam Upaya Penentuan Strategi Peningkatan Produktivitas Liebherr R996B. *Prosiding Temu Profesi Tahunan (TPT) XX PERHAPI Tahun 2011 tentang Pengelolaan Sumberdaya Mineral dan Batubara untuk Kemakmuran Rakyat, 20 (16)*, 136–144. Lombok: Nusa Tenggara Barat.
- [7] Hartman, H. L. dan Mutmansky, J. M. (2002). *Introductory Mining Engineering*. 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- [8] Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning and Design*. 3rd Edition. London: Taylor and Francis Group, CRC Press Inc.
- [9] Caterpillar Publication. (1999). *Caterpillar Performance Handbook*. 35th Edition. USA: Peoria, Illionis.
- [10] Ilahi, R. R., Ibrahim, E., dan Suwardi, F. R. (2014). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) dan Alat Angkut (Dumptruck) pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 di Pit 3 Banko Barat PT Bukit Asam (PERSERO) Tbk UPTe. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(3), 54–63.
- [11] Toban, H., Ratminah, W. D., Wisaksono, B., dan Probowati, D. (2015). Perencanaan Produksi Pengupasan Overburden pada Tambang Batubara Periode 2014–2015 di Pit Inul East PT Kaltim Prima Coal Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 1 (1), 64–69.
- [12] Cummins, A. B. (1973). *SME Mining Engineering Handbook*. Volume 1st. The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers Inc. Baltimore, Maryland: Port City Press Inc.
- [13] Rochmanhadi. (1982). *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Departemen Pekerjaan Umum.