

EVALUASI TEKNIS DAN EKONOMIS KEBUTUHAN ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT DI PT DJAVA BERKAH MINERAL KABUPATEN MOROWALI UTARA PROVINSI SULAWESI TENGAH

Vikha Aldhila^{1a}, Mardiah², dan Delita Ega Andini³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung
Desa Balunijuk, Kec. Merawang, Kabupaten Bangka,
Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)} email korespondensi: aldhilavikha@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di PT Djava Berkah Mineral, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah, untuk mengatasi tingginya biaya operasional akibat jumlah dan variasi alat berat yang digunakan. Tujuh merek excavator digunakan sebagai alat gali muat dan dua merek dump truck sebagai alat angkut. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi produktivitas alat gali muat melalui peningkatan efisiensi waktu kerja, menghitung biaya kepemilikan dan operasional alat yang telah melewati umur ekonomis, serta memberikan rekomendasi penggunaan alat yang efisien dan ekonomis. Metode penelitian meliputi analisis waktu hambatan, perhitungan biaya berdasarkan umur dan kinerja alat, serta evaluasi kebutuhan alat terhadap target produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbaikan waktu hambatan dapat meningkatkan efisiensi kerja sebesar 6% pada alat gali muat jenis excavator untuk kegiatan selective ore dan loading ore, serta peningkatan 6% pada alat angkut jenis dump truck. Untuk mencapai target produksi, biaya yang diperlukan adalah Rp 5.802.085.759,18 per bulan untuk alat milik sendiri dan Rp 1.140.182.897,90 per bulan untuk alat sewa, dengan total keseluruhan Rp 6.942.268.657,08 per bulan. Rekomendasi penelitian menyarankan pengurangan 14 unit excavator kelas 200, 5 unit excavator kelas 300, 18 unit dump truck UD Quester CWE 370, dan 7 unit dump truck Mercedes-Benz Axor 25258C tanpa mengganggu target produksi. Selain itu, alat yang berlebih dapat dialokasikan untuk kegiatan lain agar tidak terjadi pembengkakan biaya operasional.

Kata kunci: produktivitas, biaya kepemilikan, biaya operasional, efisiensi, heterogenitas alat

PENDAHULUAN

PT Djava Berkah Mineral adalah sebuah perusahaan kontraktor pertambangan nikel yang berlokasi di Desa Peboa Kabupaten Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah. Aktivitas produksinya ditentukan oleh banyaknya material penutup (*top soil*) dan *ore* yang dipindahkan. Proses pemindahan material tambang dilakukan dengan menggunakan berbagai macam tipe alat berat. Kebutuhan akan proses produksi menyebabkan perusahaan membutuhkan kajian terkait penggunaan alat berat serta biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

Produktivitas merupakan serangkaian kegiatan untuk mencapai target yang optimal pada aktivitas operasional alat berat. Faktor-faktor seperti jam kerja, jam operasional alat, waktu edar alat, ukuran mangkuk (*bucket*) alat muat, faktor pengisian mangkuk (*bucket fill factor*), efisiensi kerja serta faktor pengembangan material (*swell factor*) merupakan faktor penting yang mempengaruhi nilai dari produktivitas alat. Satuan yang digunakan dalam perhitungan produktivitas alat adalah ton/jam atau BCM/jam (Saifur, 2022). Masing-masing alat berat memiliki perhitungan produktivitas yang

berbeda-beda karena memiliki spesifikasi yang berbeda. Secara umum perhitungan produktivitas itu terbagi menjadi dua, yaitu produktivitas alat gali muat dan produktivitas alat angkut.

Perbaikan efisiensi kerja dilakukan dengan meminimalisir waktu hambatan kerja yang dapat dihindari (Assidqi, 2022). Menjelaskan bahwa durasi pelaksanaan P5M di lapangan berkisar 10-15 menit (Kim, Lim & Lee, 2025). Durasi pelaksanaan dan pemeriksaan harian (P2H) dilakukan selama 15 menit (Volvo Construction Equipment, 2021) dan (Komatsu, 2015). Sedangkan ketetapan durasi 10 menit untuk kegiatan *start-stop* (Sluiter, dkk, 2000).

Biaya kepemilikan (*owning cost*) adalah suatu pengeluaran yang dibutuhkan untuk membeli/memiliki peralatan yang nantinya menjadi aset perusahaan. Biaya ini meliputi depresiasi dan bunga, asuransi dan pajak. (Dodik, 2017).

Menghitung *owning cost*, disamping menentukan dengan depresiasi harus juga dipertimbangkan bunga bank, pajak, asuransi dan biaya penyimpanan (Wilopo, 2011).

Biaya operasional adalah biaya yang tidak berhubungan langsung dengan produk perusahaan tetapi

berkaitan dengan aktivitas operasional perusahaan sehari-hari. Biaya-biaya yang berhubungan langsung dengan kegiatan utama operasional disebut dengan biaya yang tidak berhubungan langsung dengan kegiatan utama operasional (Jusuf, 2008).

Kapasitas produksi merupakan tingkat keluaran tertinggi yang dapat dicapai dalam periode tertentu. Untuk menentukan jumlah alat berat berdasarkan kapasitas produksi, terdapat dua langkah utama, yaitu menetapkan target produksi dan menghitung kapasitas produksi per alat (Handoko, 1986).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode campuran (kualitatif dan kuantitatif). Pendekatan kuantitatif digunakan untuk melakukan perhitungan produktivitas masing-masing alat gali muat dan alat angkut, menghitung biaya kepemilikan (*owning cost*), biaya operasional (*operating cost*), serta biaya sewa alat berdasarkan data aktual di lapangan dan data sekunder dari perusahaan. Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk menginterpretasikan hasil perhitungan secara deskriptif melalui analisis kondisi operasional dan efisiensi kerja alat berat di lapangan.

Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data produktivitas, efisiensi kerja, dan biaya operasi alat, kemudian dilakukan analisis untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat. Selanjutnya dilakukan upaya peningkatan produktivitas dengan cara perbaikan waktu hambatan operasional guna meningkatkan efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut.

Metode penelitian ini meliputi tahap pengolahan dan analisis data yang diperoleh dari hasil observasi lapangan dan studi literatur, yang terdiri atas data primer dan data sekunder. Data yang terkumpul diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Word* dan *Microsoft Excel* untuk menghasilkan kesimpulan yang valid dan terukur. Proses pengolahan data mencakup kegiatan perhitungan, pengklasifikasian, serta penyajian hasil dalam bentuk tabel dan rangkaian perhitungan yang mendukung analisis. Langkah-langkah analisis meliputi perhitungan waktu edar alat gali muat dan alat angkut, perhitungan waktu kerja efektif, serta penilaian empat indikator efisiensi, yaitu *Physical Availability*, *Mechanical Availability*, *Utilization of Availability*, dan *Effective Utilization*. Selanjutnya dilakukan perhitungan produktivitas pada alat gali muat jenis excavator dan alat angkut jenis dump truck. Untuk menghitung atau mengukur nilai produktivitas alat gali-muat dapat menggunakan persamaan (Rostiyanti, 2002):

$$Q = \frac{Kb \times FF \times SF \times EF \times 3600}{Ct}$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat gali-muat;
Kb = Kapasitas *bucket* (m^3);
FF = *Bucket fill factor* (%);
EF = Efisiensi kerja;
Sf = *Swell factor*;
Ct = *Cycle time* alat gali-muat

Untuk menghitung atau mengukur nilai produktivitas alat angkut dapat menggunakan persamaan (Rostiyanti, 2002):

$$Q = \frac{n \times Kb \times FF \times SF \times EK \times 3600}{Ct}$$

Keterangan:

n = Jumlah pengisian
Kb = Kapasitas *bucket* (m^3);
FF = *Bucket fill factor* (%);
E = Efisiensi kerja;
Sf = *Swell factor*;
Ct = *Cycle time* alat angkut

Serta analisis efisiensi produktivitas dengan melakukan perbaikan terhadap waktu hambatan. Penelitian ini juga mencakup perhitungan biaya kepemilikan (*owning cost*) terhadap alat berat yang telah melewati umur ekonomis melalui metode garis lurus (*straight line method*). Rumus untuk menghitung penyusutan dengan metode garis lurus adalah sebagai berikut:

$$Dk = \frac{P-S}{n}$$

Keterangan:

Dk = Penyusutan pertahun (Rp);
P = Harga pembelian (Rp);
S = Nilai sisa alat (Rp);
n = Umur ekonomis (Tahun)

Serta perhitungan bunga, pajak, dan asuransi. Menentukan besarnya suku bunga, pajak dan asuransi tiap negara berbeda-beda, tergantung negara mana alat tersebut digunakan. Nilai rata-rata suku bunga, pajak dan asuransi per tahun didasarkan nilai rata-rata alat selama umur ekonomis.

$$\text{Bunga} = \frac{P(N+1)+S(N-1)}{2N} \times SI$$

$$\text{Pajak} = \frac{P(N+1)+S(N-1)}{2N} \times \text{Persentase pajak (\%)}$$

$$\text{Asuransi} = \frac{P(N+1)+S(N-1)}{2N} \times \text{Persentase Asuransi (\%)}$$

Keterangan:

P = Harga beli
S = Harga jual
N = Tahun ke
SI = Suku bunga sederhana

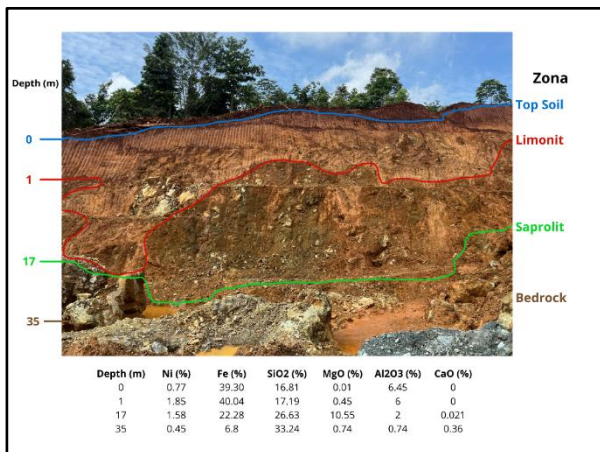
Selain itu, dilakukan analisis biaya operasional (*operating cost*) yang mencakup biaya sewa, bahan bakar, pelumas, *grease*, perawatan (*maintenance*), dan upah operator. Hasil akhir dari analisis ini digunakan untuk menentukan kombinasi penggunaan alat berat yang optimal dalam mencapai target produksi bijih nikel sebesar 150.000 ton serta menghitung total biaya yang diperlukan untuk mencapai target tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Litologi

Kondisi eksisting Blok Peboa memiliki topografi 200 mdpl. Dikategorikan sebagai bentukan lahan pada zona pelapukan dengan intensitas tinggi ditandai oleh lapukan batuan hingga mencapai kedalaman rata-rata 34

m. Struktur geologi lokal dipengaruhi oleh geologi regional dengan struktur kekar berarah Timur Laut-Barat Daya dan didapatkan satu jenis sesar *Right Reverse Slip Fault* yaitu patahan yang mengalami kombinasi pergerakan naik (akibat tekanan) dan pergeseran horizontal ke kanan. Litologi pada lokasi penelitian terdiri dari zona *top soil* (lapisan tanah pucuk), zona limonit yang memiliki kandungan Fe lebih tinggi dari Ni, zona saprolit yang memiliki kandungan Ni lebih tinggi dari Fe, dan zona batuan asal (*bedrock*). Berikut Adalah kondisi litologi pada pit Makmur yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kondisi Litologi pada Lokasi Penelitian

Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Kapasitas bucket pada Excavator Komatsu PC 200 adalah 1,0 m³, Excavator Kobelco SK 200 adalah 0,93 m³, Excavator XCMG XE215C adalah 0,9 – 1,0 m³, Excavator Weichai Lovol 245E adalah 1,2 m³, Excavator Komatsu PC 300 adalah 2,3 m³, Excavator Liugong 939E adalah 1,9 m³, dan Excavator Sany SY330H adalah 2,0 m³. Kapasitas vessel dilihat dari kemampuan maksimal bak dump truck untuk mengangkut material. Kapasitas vessel pada Dump truck UD Quester CWE 370 adalah 26 ton dan Mercedes Benz Axor 2528C adalah 25 ton.

Waktu edar adalah waktu kerja alat gali muat pada satu siklus dari kegiatan *loading* bijih nikel (*ore*) terdiri dari kegiatan menggali (*digging*), *swing* isi, menumpahkan ke vessel (*dumping*) dan *swing* kosong. Waktu edar pada alat angkut dilakukan pada kegiatan *loading ore* menggunakan *stopwatch* selama seminggu sebanyak 40 data.

Tabel 1. Rata-Rata Waktu Edar Alat Gali Muat

UNIT	Dalam Detik				
	<i>Digging</i> (1)	<i>Swing isi</i> (2)	<i>Dumping</i> (3)	<i>Swing Kosong</i> (4)	Total (1+2+3+4)
Excavator Komatsu PC 200	19,11	4,57	4,89	4,30	32,86
Excavator Kobelco SK 200	21,17	4,49	5,46	4,06	35,17
Excavator XCMG 215C	19,78	4,42	4,08	4,23	32,51
Excavator Weichai 245E	20,50	4,80	4,62	4,53	34,45
Excavator Komatsu PC 300	5,60	5,58	3,95	4,74	19,87
Excavator Liugong 939E	4,93	4,50	3,72	4,51	17,66
Excavator Sany SY330H	5,00	4,14	3,29	4,28	16,71

Tabel 2. Rata-Rata Waktu Edar Alat Angkut

Unit	Dalam Menit						
	<i>Manuver Kosong</i>	<i>Loading</i>	<i>Hauling isi</i>	<i>Manuver Dumping</i>	<i>Dumping</i>	<i>Hauling Back</i>	Total
UD Quester CWE 370	2,40	1,23	6,25	2,79	1,44	7,25	21,36
Mercy Axor 2528C	0,88	1,43	7,63	1,75	1,44	6,24	19,37

Hasil telaah dari data perusahaan terkait faktor pengisian mangkok pada alat gali muat jenis excavator didapatkan angka 100%, dimana material terisi penuh dan membung pada mangkok.

Berdasarkan hasil perhitungan, alat gali muat dan alat angkut memiliki waktu tersedia yang sama, yaitu 549 jam per bulan. Waktu kerja efektif alat gali muat berkisar antara 360,40–412,18 jam/bulan dengan

efisiensi kerja antara 66–75%. Excavator Weichai 245E dan Liugong 939E menunjukkan efisiensi tertinggi sebesar 75%, sedangkan Kobelco SK 200 memiliki efisiensi terendah sebesar 66%. Untuk alat angkut, *Dump Truck* UD Quester CWE 370 mencatat waktu kerja efektif 393,95 jam/bulan dengan efisiensi 72%, sedangkan Mercedes-Benz Axor 2528C sebesar 387,43 jam/bulan dengan efisiensi 71%. Nilai efisiensi kerja ini menjadi dasar untuk melakukan perbaikan dan perawatan alat secara terencana agar waktu hambatan dapat dikurangi serta kinerja dan produktivitas alat dapat ditingkatkan..

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi, nilai *Physical Availability* (PA) pada alat gali muat berkisar antara 89–99%, *Mechanical Availability* (MA) antara 86–98%, *Use of Availability* (UA) antara 72–75%, dan *Effective Utilization* (EU) antara 64–74%. Excavator dengan nilai efisiensi tertinggi adalah **Weichai 245E** dan Liugong 939E, dengan PA dan MA mencapai 98–99% serta EU sekitar 73–74%. Sementara itu, nilai efisiensi terendah diperoleh pada Kobelco SK 200 dengan EU sebesar 64%. Untuk alat angkut, *Dump Truck* UD Quester CWE 370 memiliki PA 96%, MA 94%, UA 74%, dan EU 70%, sedangkan Mercedes-Benz Axor 2528C memiliki PA 94%, MA 92%, UA 73%, dan EU 69%.

Perhitungan produktivitas terhadap alat gali muat dan alat angkut kegiatan *ore getting* terbagi menjadi 2 (dua) kegiatan yakni kegiatan *selective ore* dan kegiatan *loading ore*. Pada kegiatan *selective ore*, produktivitas Excavator Komatsu PC 200 yakni 112,83 Ton/jam, Excavator Kobelco SK 200 yakni 89,43 Ton/jam, Excavator XCMG 215C yakni 116,51 Ton/jam dan Excavator Weichai 245E 134,06 Ton/jam.

Tabel 3. Total Produksi Alat Gali Muat pada Kegiatan *Selective Ore*

Unit	Jumlah Unit	Produktivitas Sebelum Perbaikan (Ton/bulan)	Total Produksi (Ton/bulan)
Excavator Komatsu PC 200	9	44.579,41	401.214,65
Excavator Kobelco SK 200	2	32.230,45	64.460,90
Excavator XCMG 215C	5	47.023,65	235.118,27
Excavator Weichai 245E	1	54.988,86	54.988,86
Total			755.782,68

Hasil perhitungan nilai produktivitas selama 1 bulan pada kegiatan *selective ore* menghasilkan produksi sebanyak 755.782,68 Ton/bulan dengan jumlah alat gali muat sebanyak 17 unit.

Pada kegiatan *Loading ore*, produktivitas Excavator Komatsu PC 300 yakni 400,80 Ton/jam,

Excavator Liugong 939E yakni 416,18 Ton/jam dan Excavator Sany SY330H yakni 458,52 Ton/jam.

Tabel 4. Total Produksi Alat Gali Muat pada Kegiatan *Loading Ore*

Unit	Jumlah Unit	Produktivitas Sebelum Perbaikan (Ton/bulan)	Total Produksi (Ton/bulan)
Excavator Komatsu PC 300	4	147.931,82	591.727,28
Excavator Liugong 939E	2	171.539,52	343.079,03
Excavator Sany SY330H	1	187.237,27	187.237,27
Total			1.122.043,58

Hasil perhitungan nilai produktivitas selama 1 bulan pada kegiatan *loading ore* menghasilkan produksi sebanyak 1.122.043,58 Ton/bulan dengan jumlah alat gali muat sebanyak 7 unit.

Kegiatan *loading ore* pada lokasi penelitian menggunakan alat gali muat dan angkut memiliki kombinasi kerja yaitu 1 alat gali muat jenis excavator melayani 2 jenis alat angkut jenis dump truck. Dengan Excavator Komatsu PC 300, produktivitas Dumptruck UD Quester CWE370 yakni 47,16 Ton/jam sedangkan Dumptruck Mercy Axor 2528C yakni 49,17 Ton/jam. Dengan Excavator Liugong 939E, produktivitas Dumptruck UD Quester CWE370 yakni 32,88 Ton/jam sedangkan Dumptruck Mercy Axor 2528C yakni 35,65 Ton/jam. Dan dengan Excavator Sany SY330H, produktivitas Dumptruck UD Quester CWE370 yakni 34,61 Ton/jam sedangkan Dumptruck Mercy Axor 2528C yakni 37,53 Ton/jam.

Tabel 5. Produktivitas Alat Angkut

No	Kegiatan	Dump Truck	Produktivitas (Ton/Jam)
1	<i>Loading Ore</i> Excavator Komatsu PC 300	UD Quester CWE 370	47,16
2	<i>Loading Ore</i> Excavator Komatsu PC 300	Mercendes Benz Axor 2528C	49,17
3	<i>Loading Ore</i> Excavator Liugong 939E	UD Quester CWE 370	32,88
4	<i>Loading Ore</i> Excavator Liugong 939E	Mercendes Benz Axor 2528C	35,65
5	<i>Loading Ore</i> Excavator Sany SY 330H	UD Quester CWE 370	34,61

No	Kegiatan	Dump Truck	Produktivitas (Ton/Jam)
6	Loading Ore Excavator Sany SY 330H	Mercendes Benz Axor 2528C	37,53

Hasil perhitungan nilai produktivitas selama 1 bulan pada kegiatan *loading ore* menghasilkan produksi sebanyak 1.321.100,33 Ton/bulan dengan jumlah alat gali muat sebanyak 7 unit. Dilihat dari jumlah produksi yang telah melebihi target, dilakukan pengurangan jumlah unit alat gali muat pada kegiatan *selective ore* dan *loading ore* guna meningkatkan efisiensi biaya. Dengan demikian, unit yang berlebih dapat dialihkan untuk mendukung kegiatan lainnya. Tabel berikut menyajikan perbandingan antara produktivitas aktual dan produktivitas setelah dilakukan perbaikan pada alat gali muat.

Tabel 6. Produktivitas Sebelum dan Setelah Perbaikan pada Alat Gali Muat

Unit	Produktivitas Sebelum Perbaikan (Ton/jam)	Produktivitas Setelah Perbaikan (Ton/jam)
Excavator Komatsu PC 200	112,83	122,25
Excavator Kobelco SK 200	89,43	97,61
Excavator XCMG 215C	116,51	126,03
Excavator Weichai 245E	134,06	144,84
Excavator Komatsu PC 300	400,80	436,62
Excavator Liugong 939E	416,18	449,48
Excavator Sany SY330H	458,52	495,56

Total produksi menggunakan Excavator Komatsu PC 300 dikombinasikan dengan beberapa alat angkut UD Quester CWE 370 sebanyak 9 buah dan Mercy Axor 2528C sebanyak 4 buah mencapai 286.106,90 Ton/Bulan. Untuk Excavator Liugong 939E dikombinasikan dengan alat angkut UD Quester CWE 370 sebanyak 8 buah dan Mercy Axor 2528C sebanyak 4 buah mencapai 186.751,35 Ton/Bulan. Dan untuk Excavator Sany SY 350H dikombinasikan dengan alat angkut UD Quester CWE 370 sebanyak 8 buah dan Mercy Axor 2528C sebanyak 4 buah mencapai 196.580,37 Ton/Bulan. Sehingga total produksi keseluruhan produksi mencapai 669.438,61 Ton/Bulan, angka ini melebihi target produksi perusahaan yaitu 150.000 Ton/Bulan. Berikut adalah tabel produktivitas aktual dan produktivitas setelah perbaikan pada alat angkut.

Tabel 7. Produktivitas Sebelum dan Sesudah Perbaikan pada Alat Angkut

Unit	Produktivitas Sebelum Perbaikan (Ton/jam)	Produktivitas Setelah Perbaikan (Ton/jam)
DT UD Quester CWE370 kombinasi Excavator Komatsu PC 300	47,16	51,11
DT Mercy Axor2528C kombinasi Excavator Komatsu PC 300	49,17	53,36
DT UD Quester CWE370 kombinasi Excavator Liugong939E	32,88	35,63
DT Mercy Axor2528C kombinasi Excavator Ligong 939E	35,65	38,69
DT UD Quester CWE370 kombinasi Excavator Sany SY330H	34,61	37,50
DT Mercy Axor2528C kombinasi Excavator Sany SY330H	37,53	40,72

Biaya Kepemilikan (Owning Cost) dan Biaya Operasional (Operating Cost)

Biaya kepemilikan di PT Djava Berkah Mineral terdiri dari depresiasi, bunga, pajak dan asuransi. Nilai depresiasi dihitung untuk mengetahui nilai alat setelah pemakaian selama waktu tertentu, dengan mengetahui harga beli alat dan nilai sisa alat yakni 10% dari harga beli serta umur ekonomis yakni 5 tahun. Nilai bunga, pajak dan asuransi dihitung dengan mengetahui persentase suku bunga yakni 4,5% untuk alat yang dibeli pada tahun 2017 dan 6% untuk alat yang dibeli pada tahun 2019, persentase pajak yakni 0,2% dan persentase asuransi yakni 1,5%. Biaya kepemilikan yang dihitung terdiri dari alat gali muat jenis Excavator Komatsu PC 200 dan Excavator Komatsu PC 300, serta pada alat angkut jenis Dump Truck UD Quester CWE 370 dan Dump Truck Mercendes Benz Axor 2528C.

Hasil perhitungan biaya operasional Excavator Komatsu PC 200 sebesar Rp 780.214,07/jam dengan produktivitas 122,25 Ton/jam sehingga diperoleh biaya produksi Rp 6.382,30 Ton. Pada Excavator Komatsu PC 300, total biaya operasional mencapai Rp 1.161.704,15/jam dengan produktivitas 436,62 Ton/jam sehingga biaya produksi sebesar Rp 2.660,68/Ton. Hasil

perhitungan biaya operasional Dumptruck UD Quester CWE370 sebesar Rp 463.823,61/jam dengan produktivitas 51,11 Ton/jam sehingga diperoleh biaya produksi Rp 9.075,50/Ton. Pada Dumptruck Mercy Axor 2528C, total biaya operasional mencapai Rp 403.709,25/jam dengan produktivitas 53,36 Ton/jam sehingga biaya produksi sebesar Rp 7.565,81/Ton.

Selain perhitungan biaya produksi aktual, dilakukan juga analisis terhadap rencana biaya produksi berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan. Data tersebut digunakan sebagai pembanding untuk mengetahui perbedaan antara biaya aktual di lapangan dengan estimasi biaya yang direncanakan perusahaan, sehingga dapat dilakukan evaluasi terhadap efisiensi penggunaan alat. Berikut adalah tabel rencana biaya produksi alat gali muat dan alat angkut milik sendiri.

Tabel 8. Rencana Biaya Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Milik Sendiri

Unit	Produktivitas (Ton/jam)	Rencana Biaya (Rp/jam)	Biaya Produksi (Rp/Ton)
Komatsu PC 200	224,58	Rp 215.512,09	Rp 959,63
Komatsu PC 300	548,55	Rp 203.984,45	Rp 371,86
UD Quester CWE 370	66,00	Rp 108.564,45	Rp 1.644,92
Mercy Axor 2528C	66,00	Rp 126.543,37	Rp 1.917,32

Alat gali muat yang disewakan oleh perusahaan terdiri dari Excavator Kobelco SK 200, Excavator XCMG 215C dan Excavator Weichai 245E. Didapatkan hasil perhitungan alat sewa jenis alat gali muat per unitnya Excavator Kobelco SK 200 mengeluarkan biaya sebesar Rp 636.619,23/jam, Excavator XCMG 215C mengeluarkan biaya sebesar Rp 713.619,23/jam, Excavator Weichai 245E mengeluarkan biaya sebesar Rp. 694.369,23/jam, Excavator Liugong 939E mengeluarkan biaya sebesar Rp 1.094.619,23/jam dan Excavator Sany SY330H mengeluarkan biaya sebesar Rp. 998.369,23/bulan.

Upaya Efisiensi Penggunaan Alat dan Biaya untuk Ketercapaian Target Produksi

Perencanaan penggunaan alat berat di PT Djava Berkah Mineral untuk mencapai target produksi tiap bulan menimbulkan biaya dalam jumlah yang sangat besar. Sehingga dapat menyebabkan perusahaan mengalami pendapatan yang kurang sesuai harapan. Hasil perhitungan keseluruhan biaya baik itu biaya kepemilikan, biaya operasional dan biaya sewa mencapai Rp 201.600.000.000,00/Tahun, berdasarkan hasil perhitungan ini perusahaan hanya memperoleh keuntungan bruto Rp 35.000.939.138,59/Tahun. Perusahaan menginginkan margin keuntungan yang lebih besar apabila dilakukan beberapa cara untuk

mengefisiensi pengeluaran yang diakibatkan oleh penggunaan alat-alat dalam proses kegiatan produksi. Berikut upaya yang dapat dilakukan untuk menentukan biaya yang dikeluarkan pada kegiatan produksi.

Hasil analisis produktivitas pada kegiatan *loading ore*, Excavator Sany SY350H menunjukkan nilai produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan alat lainnya. Meskipun secara spesifikasi Excavator Komatsu PC 300 memiliki kapasitas bucket yang lebih besar yakni 2,30 m³.

PT Djava Berkah Mineral memiliki jumlah alat gali muat jenis Excavator 200 sebanyak 9 unit alat milik sendiri dan 8 unit alat sewa, sedangkan Excavator 300 sebanyak 4 unit alat milik sendiri dan 3 unit alat sewa. Dengan kombinasi alat yang ditetapkan, total produksi yang dapat dicapai adalah 171.544,17 Ton/Bulan. Perusahaan memiliki 2 (dua) pit yang akan dikerjakan secara bersamaan dengan alat yang akan digunakan, maka dari itu dilakukan pembagian alat gali pada kegiatan *selective ore*. Kombinasi alat di Pit Makmur menggunakan 2 unit alat gali muat, sehingga produksi yang akan tercapai sebesar 123.806,79 Ton/Bulan. Kombinasi alat di Pit Nikmat menggunakan 1 unit alat gali muat, sehingga produksi yang akan tercapai sebesar 55.023,52 Ton/Bulan. Setelah dilakukan kegiatan *selective ore* tentunya material akan dimuat ke alat angkut yakni menggunakan Excavator PC 300. Berikut adalah pembagian penggunaan alat muat di Pit Makmur.

Hasil perhitungan dengan penggunaan 1 unit alat muat, sehingga produksi tercapai sebesar 175.552,73 Ton/Bulan. Penggunaan 5 unit alat gali muat merupakan bentuk efisiensi penggunaan alat untuk mengurangi beban biaya, dimana sebelumnya penggunaan alat gali muat yakni sebanyak 24 unit. Penggunaan alat angkut di Pit Makmur membutuhkan 5 unit Dump Truck UD Quester CWE 370 dan 2 unit Dump Truck Mercedes Benz Axor 2528C, sedangkan penggunaan alat angkut di Pit Nikmat membutuhkan 3 unit Dump Truck UD Quester CWE 370 dan 2 unit Dump Truck Mercedes Benz Axor 2528C.

Selain alat milik sendiri, terdapat alat sewa yang digunakan untuk ketercapaian target produksi 150.000 Ton/bulan. Alat gali muat jenis Excavator XCMG 215C digunakan sebanyak 1 unit, Excavator Weichai digunakan 1 unit dan Excavator Liugong digunakan 1 unit. Berdasarkan Tabel 4.43 alat gali muat XCMG 215C dengan 1 unit menghasilkan 55.023,52 Ton/bulan dengan biaya Rp 6.521,79/Ton dan total biaya Rp 311.554.262,50/bulan, Weichai 245E dengan 1 unit menghasilkan produksi 64.187,71 Ton/bulan dengan biaya Rp 4.794,16/Ton, sehingga total biayanya sebesar Rp 307.725.926,56/bulan, Liugong 939E sebanyak 1 unit mampu menghasilkan produksi 200.091,72 Ton/bulan dengan biaya produksi Rp 2.435,30/Ton, sehingga total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 487.284.345,50/bulan. Secara keseluruhan, total biaya produksi alat sewa mencapai Rp 1.106.564.534,56/bulan.

Setelah disesuaikan dengan kebutuhan aktual untuk mencapai target produksi 150.000 ton/bulan,

jumlah alat gali muat pada kegiatan *selective ore* jenis Excavator 200 dikurangi dari 17 menjadi 9 unit pada kegiatan dan Excavator 300 dari 7 menjadi 4 unit pada kegiatan *loading ore*. Berikut adalah tabel penggunaan alat dan biaya untuk ketercapaian target produksi 150.000 Ton/bulan.

Hasil perhitungan efisiensi, jumlah unit alat gali muat yang digunakan pada kegiatan *selective ore* dan *loading ore* dapat dikurangi sehingga total biaya operasional menjadi sebesar Rp 6.729.933.425,02/bulan. Pengurangan jumlah unit ini tidak memengaruhi capaian produksi, karena produktivitas alat masih mampu memenuhi target yang telah ditetapkan. Dengan demikian, biaya operasional dapat ditekan tanpa menurunkan volume produksi.

Total produksi yang dihasilkan pada kondisi ini mencapai 171.544,17 ton dengan biaya produksi sebesar Rp 39.231,49/ton. Hasil perhitungan efisiensi menunjukkan bahwa setiap Rp 1 biaya yang dikeluarkan mampu menghasilkan 0,0000255 ton, atau setara dengan 0,0255 ton per Rp 1.000. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pengaturan jumlah alat yang lebih optimal dapat meningkatkan efisiensi biaya sekaligus mempertahankan tingkat produktivitas.

Sebagai perbandingan, kondisi aktual di lapangan menunjukkan bahwa perusahaan menggunakan jumlah unit alat gali muat yang lebih banyak dengan total biaya operasional sebesar Rp 8.129.272.871,77/bulan. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan biaya antara kondisi aktual dan kondisi efisiensi.

Tabel 9. Total Biaya Produksi dengan Jumlah Alat Rekomendasi

Unit	Jumlah Unit	Produksi (Ton/Bulan)	Biaya Produksi (Rp/Ton)	Total Biaya (Rp/Bulan)
Excavator Komatsu PC 200	1	52.332,94	Rp 6.404,12	Rp 335.146.386,97
Excavator XCMG 215 C	1	55.023,52	Rp 5.662,20	Rp 311.554.262,50
Excavator Weichai 245E	1	64.187,71	Rp 4.794,16	Rp 307.725.926,56
Excavator Komatsu PC 300	1	175.552,73	Rp 2.672,11	Rp 469.096.937,73
Excavator Liugong 939E	1	200.091,72	Rp 2.435,30	Rp 487.284.345,50
Dumptruck UD Quester CWE370	7	327.290,76	Rp 9.119,27	Rp 2.984.653.878,45
Dumptruck Mercy Axor 2528C	5	224.331,10	Rp 8.177,52	Rp 1.834.471.687,32
Total				Rp 6.729.933.425,02

Hasil perhitungan efisiensi, jumlah unit alat gali muat yang digunakan pada kegiatan *selective ore* dan *loading ore* dengan produksi 171.544,17 ton dapat dikurangi, sehingga total biaya operasional menjadi sebesar Rp 6.729.933.425,02/bulan. Pengurangan jumlah unit ini tidak memengaruhi capaian produksi, karena produktivitas alat masih mampu memenuhi target yang telah ditetapkan. Pada kondisi aktual, total produksi yang dihasilkan sama yaitu 171.544,17 ton, namun dengan total biaya sebesar Rp 15.852.330.091,38/bulan. Pengurangan jumlah unit alat pada kondisi efisiensi menghemat biaya sebesar Rp 9.120.111.304,86/bulan atau 57,53% dari total biaya aktual. Strategi ini direkomendasikan secara teknis dan ekonomis karena dapat menekan biaya operasional serta mengalihkan kelebihan alat untuk pekerjaan lain. Kondisi efisiensi memiliki rasio biaya 2,36 kali lebih baik dibandingkan kondisi aktual, sehingga pengaturan

jumlah alat dan perbaikan waktu hambatan dinilai efektif menurunkan biaya tanpa mengurangi produksi.

KESIMPULAN

Hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan dan analisis produktivitas terhadap alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan *selective ore* dan *loading ore* setelah dilakukan perbaikan pada waktu hambatan mengalami peningkatan produktivitas sebesar 6% pada alat gali muat dan alat angkut, baik di kegiatan *selective ore* maupun pada kegiatan *loading ore*. Total perhitungan biaya untuk ketercapaian target produksi terhadap penggunaan alat gali muat dan alat angkut milik sendiri sebesar Rp 5.623.368.890,46 per bulan dan total biaya sewa terhadap penggunaan alat gali muat mencapai Rp 1.106.564.534,56 per bulan sehingga total keseluruhan diperkirakan mencapai Rp 6.729.933.452,02 per bulan.

Rekomendasi terkait efisiensi penggunaan alat dan biaya terhadap ketercapaian target produksi dapat dilakukan dengan cara mengurangi jumlah penggunaan alat gali muat jenis *Excavator* 200 sebanyak 14 unit dan *Excavator* 300 sebanyak 5 unit, sedangkan pengurangan alat angkut jenis *Dump Truck* UD Quester CWE 370 sebanyak 18 unit dan *Dump Truck* Mercy Axor 2528C sebanyak 7 unit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, dosen pembimbing dan penguji, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung serta PT Djava Berkah Mineral dan teman-teman yang telah memberi dukungan dalam bentuk finansial, fasilitas dan legalitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Assidqi, A., Rosalinda, & Wiratama, J. (2022). Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut pada Kegiatan Pengupasan Overburden untuk Mencapai Target Produksi. *GEOSAPTA Vol. 08 No. 02*, 165-172.
- Dodik, K., & Arianta. (2017). *Analisis Perhitungan Biaya Produksi pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah Jajanan Cita Rasa Khas Bali*. UIN SATU Tulungagung.
- Handoko, T. H. (1986). *Manajemen*. BEFE.
- Jusuf, J. (2008). *Analisis Kredit untuk Account Officer*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kim, G. Y., Kwon, Y. B., Ban, H., Kim, H. K., & Park, J. Y. (2025). The Impact of Work Sequence-Based Safety Training on Workers' Cognitive Effectiveness at Construction Sites. *Buildings*, 15, 1409.
- Komatsu. (2015). WA470 Wheel Loader Operator's Manual. *Komatsu Ltd*.
- Rostiyanti, F. S. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Saifur, A. S. (2022). *Analisa Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut dalam Menangani Penggalian Overburden di PT Adaro Indonesia*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Sluiter, J., Frings-Dresen, M., Meijman, T., & Van Der Beek, A. (2000 May 1). Reactivity and Recovery from Different Types of Work Measured by Catecholamines and Cortisol: A Systematic Literature Overview. *Ocup Environ Med*, 57(5):298-315.
- Volco Construction Equipment. (2021). End of Day Checklist for Construction Equipment. *The Scoop*.
- Wilopo, & Djoko. (2011). *Metode Kontruksi dan Alat Berat*. Jakarta: Universitas Indonesia.