

Studi Efisiensi Biaya Operasional Peralatan Gali-Muat dan Angkut pada Kegiatan Penambangan Batu Andesit di PT Toha Batu Palu Sulawesi Tengah

Yeski Ressa, Sapto Heru Yuwanto, Yazid Fanani*

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Indonesia

**Email: yeskiressajr@gmail.com*

SARI

PT Toha Batu Palu merupakan perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batuan (batu andesit) yang berlokasi di Kelurahan Buluri, Kecamatan Ulujadi, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. PT Toha Batu Palu memiliki tiga tahapan operasi produksi, yakni penambangan, pengolahan, dan penjualan. Efisiensi biaya operasional alat gali-muat dan alat angkut diperlukan untuk memastikan kegiatan penambangan yang dilakukan berjalan secara ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara melakukan efisiensi biaya operasional alat gali-muat dan alat angkut. Metode yang digunakan untuk mengukur tingkat efisiensi biaya operasional adalah metode BOPO (Biaya Operasional Pendapatan Operasional). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat efisiensi biaya operasional sebelum perbaikan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode BOPO adalah 28% (termasuk kategori efisien). Setelah melakukan perbaikan terhadap kondisi yang menghambat kerja alat dan komposisi alat yang digunakan, diperoleh tingkat efisiensi biaya operasional adalah 22% (termasuk kategori efisien), yang berarti setelah perbaikan terjadi peningkatan efisiensi biaya operasional.

Kata kunci: alat angkut; alat gali-muat; biaya operasional; BOPO; efisiensi

How to Cite: Ressa, Y., Yuwanto, S.R., dan Fanani, Y. 2025. Studi Efisiensi Biaya Operasional Peralatan Gali-Muat dan Angkut pada Kegiatan Penambangan Batu Andesit di PT Toha Batu Palu Sulawesi Tengah. Jurnal Geomine, 13 (2): 131-142.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257
+628124190813

Article History:

Submit July 8, 2025

Received in from May 30, 2025

Accepted August 13, 2025

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



ABSTRACT

PT Toha Batu Palu is a company engaged in andesite rock mining, located in Buluri Village, Ulujadi District, Palu City, Central Sulawesi Province. The company operates in three main areas: mining, processing, and sales. To ensure the economic viability of its mining activities, the company seeks to optimize the operational costs associated with loading, excavating, and transporting equipment. This study aimed to analyze strategies for optimizing these operational costs. The BOPO method (Operating Costs to Operating Income) was employed to measure operational cost efficiency. The results showed that the initial operational cost efficiency, before improvements, was 28%, categorized as efficient according to the BOPO method. Following adjustments to equipment operation conditions and the composition of the machinery used, the efficiency improved to 22%, still within the efficient category. This indicates a measurable enhancement in operational cost efficiency after the implementation of improvements.

Keywords: *hauling equipment, loading equipment, operating costs, BOPO, efficiency*

PENDAHULUAN

Sektor pertambangan merupakan salah satu sektor yang memiliki peran penting dalam pembangunan ekonomi nasional. Salah satu komoditas yang memiliki kontribusi adalah batu andesit. Batu andesit digunakan sebagai bahan baku dalam industri konstruksi, seperti pembuatan jalan maupun infrastruktur lainnya (Budiman Rafi, 2025). PT. Toha Batu Palu adalah sebuah perusahaan yang menjalankan kegiatan pertambangan batu andesit dihadapkan pada tantangan untuk memastikan kegiatan operasionalnya dapat berjalan secara efisien dan ekonomis (PT. Toha Batu Palu, 2024a).

Pada PT. Toha Batu Palu, masih terdapat beberapa hal yang menghambat efisiensi biaya operasional peralatan gali-muat dan angkut, seperti adanya kondisi yang menghambat pekerjaan alat sehingga mengakibatkan waktu kerja yang tersedia tidak dipergunakan secara efektif, serta terdapat dua jenis alat angkut yang digunakan secara bergantian, dimana kedua alat angkut tersebut memiliki produktivitas dan biaya operasional yang berbeda. Maka dari itu, peneliti melakukan penelitian yang bertujuan mengetahui cara meningkatkan efisiensi terhadap biaya operasional alat gali-muat dan angkut yang dipakai pada aktivitas penambangan, untuk memastikan aktivitas penambangan yang dilakukan berjalan secara ekonomis.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji topik serupa. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh Diansa, A.A., & Zakri, R.S. (2020) menunjukkan analisa biaya operasional penambangan menggunakan metode *full costing* (Angely Diansa & Salia Zakri, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Taufik H., dkk, (2023) menunjukkan simulasi perhitungan produktivitas dari peralatan gali-muat dan angkut serta perhitungan biaya yang dipakai untuk melakukan aktivitas operasional penambangan (Hidayat et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Sultra R. S., dkk (2024) menunjukkan simulasi perhitungan biaya operasional alat mekanis yakni alat gali-muat dan angkut yang dipakai pada proses penambangan (Bumi Sulawesi Kecamatan Kabaena Selatan et al., 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Datu I. T., dkk (2023) menunjukkan simulasi perhitungan produktivitas dari alat gali-muat dan angkut, serta estimasi biaya dari alat gali-muat dan angkut pada kegiatan penambangan batu andesit (Indri Tenri Datu et al., 2023).

Beberapa acuan pustaka dari penelitian ini, ditampilkan melalui poin-poin berikut:

1. *Cycle time* peralatan gali-muat dan angkut

Perhitungan *cycle time* dari alat gali muat dapat menggunakan Pers. (1) (Harianto et al., 2021):

$$C_{tm} = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \quad (1)$$

Dimana C_{tm} adalah *cycle time* dari alat gali-muat, T_{m1} adalah Mengisi *bucket*, T_{m2} adalah mengayun, T_{m3} adalah membongkar beban, dan T_{m4} adalah mengayun balik, yang masing-masing memiliki satuan waktu menit.

Untuk menghitung *cycle time* alat angkut dapat menggunakan Pers. (2) (Winarno et al., 2018):

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \quad (2)$$

Dimana, C_{ta} adalah *cycle time* alat angkut, T_{a1} adalah durasi ketika mengambil posisi saat pemuatan, T_{a2} adalah durasi ketika pemuatan, T_{a3} durasi ketika mengangkut material, T_{a4} adalah durasi ketika mengambil posisi saat penumpahan, T_{a5} adalah durasi ketika penumpahan, dan T_{a6} adalah durasi ketika kembali tanpa muatan, yang masing-masing memiliki satuan waktu menit.

2. Efisiensi kerja alat

Sebelum melakukan perhitungan efisiensi kerja, terlebih dahulu dilakukan perhitungan waktu kerja efektif dengan menggunakan Pers. (3) (Juniansyah, 2023), dan untuk menghitung efisiensi kerja dapat menggunakan Pers. (4) (Yatjong, 2024):

$$W_{ke} = W_{kt} - W_{ht} \quad (3)$$

$$Eff = \frac{W_{ke}}{W_{kt}} \quad (4)$$

Dimana, Eff adalah efisiensi kerja (%), serta W_{kt} adalah waktu kerja tersedia, W_{ht} adalah waktu hambatan, dan W_{ke} adalah waktu kerja efektif, yang masing-masing memiliki satuan waktu yang sama.

3. Produktivitas peralatan gali-muat dan angkut

Perhitungan produktivitas dari alat gali-muat, memakai Pers. (5) (Sarmidi et al., 2023) dan perhitungan produktivitas dari peralatan angkut, menggunakan Pers. (6) berikut (Zilkifli, 2020):

$$Q_m = \frac{3600 \times K_b \times F_f \times S_f \times Eff}{C_{tm}} \quad (5)$$

$$Q_a = \frac{60 \times K_b \times n \times F_f \times S_f \times Eff}{C_{ta}} \quad (6)$$

Dimana, Q_m yaitu produktivitas dari alat gali-muat (BCM/jam), C_{tm} yaitu *cycle time* alat gali-muat (detik), K_b yaitu volume *bucket* (m^3), S_f yaitu *swell factor*, F_f yaitu *fill factor*, Eff yaitu efisiensi kerja alat, Q_a yaitu produktivitas dari peralatan angkut (BCM/jam), C_{ta} yaitu *cycle time* alat angkut (menit), dan n yaitu jumlah pengisian.

4. Pendapatan operasional

Pendapatan operasional adalah suatu hasil yang diperoleh dari kegiatan utama perusahaan seperti penjualan barang atau jasa (Mutiarra, 2022). Maka untuk mengetahui pendapatan operasional (PO) dapat menggunakan Pers. (7) berikut:

$$PO = \text{Jumlah produk} \times \text{Harga jual} \quad (7)$$

5. Biaya operasional

Biaya operasional merupakan seluruh biaya yang wajib dipergunakan agar proses penambangan bisa berjalan atau beroperasi dengan normal, seperti biaya untuk BBM, minyak pelumas, ban, serta upah operator (Hidayat et al., 2023).

6. Efisiensi biaya operasional

Untuk mengetahui efisiensi biaya operasional, peneliti menggunakan metode BOPO (biaya operasional pendapatan operasional). Untuk mengetahui nilai BOPO dari suatu kegiatan operasional dapat menggunakan Pers. (8) berikut (Aulia Amalia Putri B. Mage, 2023):

$$BOPO = \frac{\text{Biaya Operasional}}{\text{Pendapatan Operasional}} \times 100\% \quad (8)$$

Dari hasil perhitungan nilai BOPO maka penggunaan biaya operasional dapat dikategorikan yaitu jika rasio efisiensi < 20% maka kriterianya “sangat efisien”, jika rasio efisiensi 20% hingga 85% maka kriterianya “efisien”, dan jika rasio efisiensi > 85% maka kriterianya dapat dikatakan “tidak efisien”.

METODE PENELITIAN

Secara umum pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan pada bulan februari 2025 ini terdapat beberapa tahapan penelitian antara lain pra-penelitian, pengumpulan data, serta pengolahan dan analisis data.

1. Pra-penelitian

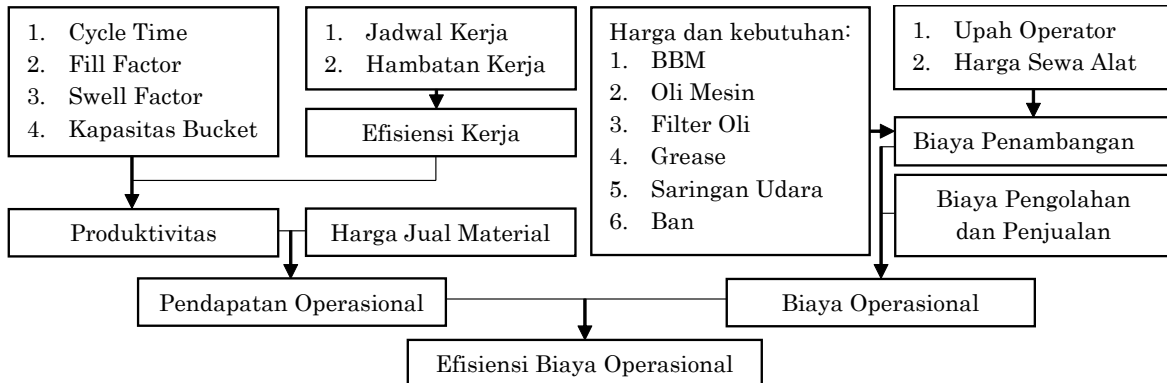
Pada tahapan pra-penelitian, terdiri dari proses perumusan masalah dan studi literatur. Proses perumusan masalah merupakan proses merumuskan topik yang menjadi persoalan yang harus diselesaikan melalui penelitian serta menjadi panduan dalam menentukan arah penelitian sehingga menjadi fokus dan terarah. Sedangkan tahapan studi literatur adalah salah satu tahapan pra-penelitian dimana tahapan ini bertujuan untuk mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian yang dilakukan.

2. Pengumpulan data

Tahapan ini berfungsi untuk mengumpulkan data yang akan digunakan sebagai bahan untuk menyelesaikan masalah penelitian yakni data primer dan sekunder. Data primer yang secara langsung dikumpulkan pada tempat penelitian, meliputi populasi alat, *cycle time* dari peralatan gali-muat dan angkut, jumlah pengisian *vessel*, dan waktu hambatan kerja. Data sekunder yang diperoleh dari pihak perusahaan, meliputi spesifikasi alat mekanis, kebutuhan dan harga BBM, minyak pelumas, filter oli, gemuk pelumas, saringan udara, ban, upah operator, harga sewa alat, harga jual material, jadwal kerja, serta biaya pengolahan dan penjualan.

3. Pengolahan data dan analisis data

Tahapan pengolahan dan analisis data adalah teknik yang digunakan untuk memecahkan masalah yang dibahas berdasarkan data hasil penelitian menggunakan bantuan perangkat lunak yakni *Microsoft Excel* dan *Microsoft Word* dengan tahapan sebagai berikut. Alur dari pengolahan data pada penelitian ini ditampilkan melalui Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan dan Analisis Data

HASIL PENELITIAN

Keadaan di Lapangan

Berdasarkan pengamatan dilapangan, kegiatan penambangan memakai alat gali-muat yakni *excavator* Kobelco SK480LC, serta alat angkut yakni *dump truck* Hino 500 FM260TI dan *dump truck* Hino 500 FG235TI dimana kedua jenis alat angkut tersebut digunakan secara bergantian. Kegiatan penambangan dimulai dari penggalian dan pemuatan yang dikerjakan oleh alat gali-muat, kemudian diangkut ke *crushing plant* oleh alat angkut dan langsung ditumpahkan ke *hopper* untuk langsung diolah. Hal tersebut membuat kegiatan penggalian dan pemuatan, pengangkutan, serta pengolahan menjadi kegiatan yang terintegrasi.

Parameter Data untuk Perhitungan Produktivitas

1. *Cycle time* alat gali-muat

Data *cycle time* yang diambil meliputi waktu pada saat *excavator* mengisi bucket (T1), mengayun isi (T2), membongkar beban (T3), dan mengayun balik (T4) dengan satuan waktu (detik). *Cycle time* tersebut ditampilkan melalui Tabel 1 berikut.

Tabel 1. *Cycle Time Excavator* Kobelco SK480LC

<i>Cycle Time</i>	T1	T2	T3	T4	Total
Rata-Rata	8,28	3,44	2,85	3,51	18,08

2. *Cycle time* alat angkut

Data *cycle time* yang diambil meliputi waktu pada saat mengambil posisi ketika pemuatan (T1), pemuatan material (T2), pengangkutan material (T3), menunggu *crushing plant* (T4), mengambil posisi untuk penumpahan (T5), penumpahan (T6), dan kembali tanpa muatan (T7) dengan satuan waktu (menit). *Cycle time Dump Truck* Hino 500 FM260TI ditampilkan melalui Tabel 2 dan Hino 500 FG235TI ditampilkan melalui Tabel 3.

Tabel 2. *Cycle Time Dump Truck* Hino 500 FM260TI

Cta	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Total
Rata-Rata	0,48	1,54	0,57	1,48	0,48	0,41	0,37	5,24

Tabel 3. *Cycle Time Dump Truck* Hino 500 FG235TI

Cta	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Total
Rata-Rata	0,32	0,94	0,46	1,19	0,30	0,37	0,27	3,84

3. Jadwal kerja

PT Toha Batu Palu menerapkan 1 (satu) *shift* kerja yang dilaksanakan setiap hari, dimana jam kerja dimulai pukul 08.00 hingga 17.00, serta waktu istirahat pukul 12.00 hingga 13.00, namun hari jumat waktu istirahat pukul 11.00 hingga 13.00, yang berarti terdapat 220 jam kerja perbulan.

4. Hambatan kerja alat gali-muat

Durasi hambatan kerja alat gali-muat ditampilkan melalui Tabel 4 dan durasi hambatan kerja alat angkut ditampilkan melalui Tabel 5.

Tabel 4. Durasi hambatan kerja alat gali-muat

Kegiatan	Waktu Hambatan Kerja (jam/bulan)
Pengecekan Alat	3,80
Pemanasan Alat	0,60
Menunggu Operator	19,87
Pengisian Bahan Bakar	2,80
Pengisian Minyak Pelumas	0,47
Mobilisasi Ke <i>Loading Point</i>	1,73
Persiapan <i>Loading Point</i>	2,80
Menunggu Dump Truck	4,93
<i>Service</i> Alat	2,20
Perbaikan <i>Crushing Plant</i>	54,07
Hujan	5,33
Total Waktu Hambatan/bulan	98,60

Tabel 5. Hambatan kerja alat angkut

Kegiatan	Waktu Hambatan Kerja (jam/bulan)
Menunggu Operator	5,87
Pemanasan Alat	0,53
Mobilisasi ke <i>Loading Point</i>	1,93
Pengisian Bahan Bakar	0,53
Menunggu <i>Excavator</i>	23,13
Perbaikan <i>Crushing Plant</i>	54,07
Pekerjaan Lainnya	7,20
Hujan	5,33
Total Waktu Hambatan	98,60

5. Waktu kerja efektif

Karena peralatan gali-muat dan angkut, memiliki jam kerja tersedia dan total waktu hambatan kerja yang sama, maka waktu kerja dari kedua alat tersebut memiliki nilai yang sama, yaitu:

$$W_{ke} = 220 - 98,60 = 121,40 \text{ jam/bulan.}$$

6. Efisiensi kerja

Karena peralatan gali-muat dan angkut, memiliki jam kerja efektif dan jam kerja tersedia yang sama, maka efisiensi kerja dari kedua alat mempunyai nilai yang sama, yaitu:

$$\text{Eff} = \frac{121,40 \text{ jam/bulan}}{220 \text{ jam/bulan}} \times 100\% = 55\% = 0,55$$

7. *Fill factor*

Fill factor dari material (batu andesit) adalah 0,65 atau dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Fill Factor (Sarmidi et al., 2023)

Material	Bucket Filling Factor
Rock, Well Blasted	0,65 – 0,85
Rock, Poorly Blasted	0,40 – 0,65

8. *Swell factor*

Swell factor dari material (batu andesit) atau 0,6 atau seperti yang ditampilkan melalui Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Fill Factor (Zilkifli, 2020)

Material	Swell Factor
Batu Andesit	0,6

Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Perhitungan produktivitas dari alat gali-muat dan angkut masing-masing menggunakan Pers. (5) dan Pers. (6), maka diperoleh hasil seperti yang ditampilkan melalui tabel 8.

Tabel 8. Produktivitas peralatan gali-muat dan angkut

Alat	Produktivitas (m ³ /jam)	Jam kerja per bulan	Produktivitas (m ³ /bulan)
Alat gali-muat			
Kobelco SK480LC	137,15	220	30.173,20
Alat angkut			
Hino 500 FM260TI	31,34	110	4.335,07
Hino 500 FM235TI	34,32	110	4.732,43
Total Produktivitas Alat Angkut			9.067,50
Jumlah Produksi Penambangan per Bulan			9.067,50

Pendapatan Operasional

Produk tambang PT. Toha Batu Palu meliputi batusplit 3/8, batusplit 2/3, batusplit 1/2, abu batu, dan sirtu/crusher dengan rata-rata harga jual adalah sebesar Rp. 209.000/m³. Maka, pendapatan operasional seperti yang ditampilkan melalui Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Pendapatan operasional

Jumlah Produksi (m ³ /bulan)	Harga jual material (Rp/m ³)	Pendapatan Operasional (Rp/bulan)
9.067,50	209.000	1.895.106.670

Biaya Operasional

1. Biaya operasional alat gali-muat

Kebutuhan biaya operasional dari alat gali-muat ditampilkan melalui Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Kebutuhan operasional Kobelco SK480LC (PT. Toha Batu Palu, 2025)

Komponen Biaya	Kebutuhan	Harga (Rp)	Biaya per Jam (Rp)
Bahan Bakar Minyak	240 liter/hari	14.500/liter	442.909
Oli Mesin	40 liter/3 bulan	5.000.000/200 liter	1.414
Filter Oli	1 unit/3 bulan	2.500.000/unit	3.535
Grease	10 kg/bulan	970.000/15 kg	2.743

Komponen Biaya	Kebutuhan	Harga (Rp)	Biaya per Jam (Rp)
Saringan Udara	1 unit/3 bulan	2.500.000/unit	3.535
Upah Operator	1 orang	7.500.000/bulan	31.818
Harga Sewa Alat	1 unit	355.000/jam	355.000
Total Biaya Operasional per jam			840.956

2. Biaya operasional alat angkut

Kebutuhan biaya operasional dari kedua jenis alat angkut, ditampilkan melalui Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Kebutuhan operasional Hino 500 FM260TI (PT. Toha Batu Palu, 2025)

Komponen Biaya	Kebutuhan	Harga (Rp)	Biaya per jam (Rp)
Bahan Bakar Minyak	30 liter/hari	14.500/liter	55.364
Oli Mesin	13 liter/3 bulan	350.000/10 liter	643
Filter Oli	1 unit/3 bulan	100.000/unit	141
Grease	5 kg/bulan	970.000/15 kg	1.372
Ban	10 unit/7 bulan	4.000.000/unit	24.242
Upah Operator	1 orang	4.000.000/bulan	16.970
Harga Sewa Alat	1 unit	200.000/jam	200.000
Total Biaya Operasional per jam			298.732

Tabel 12. Kebutuhan operasional Hino 500 FG235TI (PT. Toha Batu Palu, 2025)

Komponen Biaya	Kebutuhan	Harga (Rp)	Biaya per jam (Rp)
Bahan Bakar Minyak	30 liter/hari	14.500/liter	55.364
Oli Mesin	13 liter/3 bulan	350.000/10 liter	643
Filter Oli	1 unit/3 bulan	100.000/unit	141
Grease	5 kg/bulan	970.000/15 kg	1.372
Ban	6 unit/7 bulan	4.000.000/unit	14.545
Upah Operator	1 orang	4.000.000/bulan	16.970
Harga Sewa Alat	1 unit	200.000/jam	200.000
Total Biaya Operasional per jam			289.035

Maka diperoleh total biaya operasional penambangan sebesar Rp. 249.664.667/bulan, seperti pada Tabel 13.

Tabel 13. Biaya operasional penambangan

Alat	Biaya Operasional (Rp/jam)	Jam Kerja per bulan	Biaya Operasional (Rp/bulan)
Kobelco SK480LC	840.956	220	185.010.222
Hino 500 FM260TI	298.732	110	32.860.556
Hino 500 FM235TI	289.035	110	31.793.889
Total Biaya Operasional Penambangan per Bulan			249.664.667

Biaya operasional yang dikeluarkan untuk memperoleh pendapatan operasional bukan hanya biaya penambangan tetapi termasuk juga biaya pengolahan dan biaya penjualan, dimana satuan biaya pengolahan dan penjualan diperoleh dari RKAB PT Toha Batu Palu, maka total biaya operasional seperti yang ditampilkan melalui Tabel 14 berikut (PT Toha Batu Palu, 2024b):

Tabel 14. Total biaya operasional

Uraian	Biaya (Rp/m ³)	Kuantitas (m ³)	Biaya (Rp)
Biaya Penambangan	27.534	9.067,50	249.664.667
Biaya Pengolahan (RKAB)	20.000	9.067,50	181.349.921
Biaya Penjualan (RKAB)	10.000	9.067,50	90.674.690
Total Biaya Operasional			521.689.548

Tingkat Efisiensi Biaya Operasional

Hasil perhitungan dari efisiensi biaya operasional penambangan menggunakan Pers. 8, yaitu:

$$BOPO = \frac{\text{Rp. } 521.689.548}{\text{Rp. } 1.895.106.670} \times 100\% = 28\% \text{ (Efisien)}$$

Peningkatan Efisiensi

Perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi meliputi perbaikan terhadap waktu hambatan atau perbaikan terhadap kondisi yang dapat menghambat kegiatan penambangan seperti operator yang datang terlambat dan *kerusakan crushing plant*, serta perbaikan terhadap komposisi alat yang digunakan yakni hanya menggunakan *dump truck* Hino 500 FG235TI karena memiliki produktivitas yang lebih besar dan biaya operasional lebih kecil.

1. Waktu hambatan peralatan gali-muat dan angkut sesudah perbaikan

Setelah diperbaiki, diperoleh waktu hambatan peralatan gali-muat dan angkut masing-masing seperti pada Tabel 15 dan Tabel 16.

Tabel 15. Waktu hambatan alat gali-muat sesudah perbaikan

Kegiatan	Waktu Hambatan Kerja (jam/bulan)
Pengecekan Alat	3,80
Pemanasan Alat	2,33
Menunggu Operator	0
Pengisian Bahan Bakar	3,73
Pengisian Minyak Pelumas	0,47
Mobilisasi Ke <i>Loading Point</i>	1,87
Persiapan <i>Loading Point</i>	2,80
Menunggu Dump Truck	0
<i>Service</i> Alat	2,20
Perbaikan <i>Crushing Plant</i>	0
Hujan	5,33
Total Waktu Hambatan/bulan	22,53

Tabel 16. Waktu hambatan alat angkut setelah perbaikan

Kegiatan	Waktu Hambatan Kerja (jam/bulan)
Menunggu Operator	0
Pemanasan Alat	2,33
Mobilisasi ke <i>Loading Point</i>	1,87
Pengisian Bahan Bakar	1,07
Menunggu <i>Excavator</i>	11,93
Perbaikan <i>Crushing Plant</i>	0

Pekerjaan Lainnya	0
Hujan	5,33
Total Waktu Hambatan	22,53

2. Waktu kerja efektif setelah perbaikan

Setelah perbaikan, maka diperoleh waktu kerja efektif sebagai berikut:

$$W_{ke} = 220 - 22,53 = 197,47 \text{ jam/bulan}$$

3. Efisiensi kerja setelah perbaikan

Setelah melakukan perbaikan terhadap kondisi yang menghambat kegiatan penambangan, terjadi peningkatan efisiensi kerja yakni menjadi 0,90 atau 90%.

$$\text{Eff} = \frac{197,47 \text{ jam/bulan}}{220 \text{ jam/bulan}} \times 100\% = 90\% = 0,90$$

4. Produktivitas alat setelah perbaikan

Setelah melakukan perbaikan, maka diperoleh produktivitas dari peralatan gali muat (Qm) dan angkut (Qa2) seperti yang ditampilkan melalui Tabel 17.

Tabel 17. Produktivitas setelah perbaikan

Alat	Produktivitas (m ³ /jam)	Jam kerja per bulan	Produktivitas (m ³ /bulan)
Kobelco SK480LC	223,09	220	49.079,09
Hino 500 FM235TI	69,98	220	15.395,34
Jumlah Produksi Penambangan per Bulan			15.395,34

5. Pendapatan operasional

Pendapatan operasional setelah perbaikan, ditampilkan melalui Tabel 18 berikut:

Tabel 18. Pendapatan operasional setelah perbaikan

Jumlah Produksi (m ³ /bulan)	Harga jual material (Rp/m ³)	Pendapatan Operasional (Rp/bulan)
15.395.34	209.000	3.217.625.924

6. Biaya operasional setelah perbaikan

Biaya operasional peralatan gali-muat dan angkut sesudah perbaikan, ditampilkan melalui Tabel 19 berikut:

Tabel 19. Biaya operasional setelah perbaikan

Alat	Biaya Operasional (Rp/jam)	Jam Kerja per bulan	Biaya Operasional (Rp/bulan)
Kobelco SK480LC	840.956	220	185.010.222
Hino 500 FM235TI	289.035	220	63.587.778
Total Biaya Operasional Penambangan per Bulan			248.598.000

Maka total biaya operasional seperti yang ditampilkan melalui Tabel 20 berikut:

Tabel 20. Total biaya operasional setelah perbaikan

Uraian	Biaya (Rp/m ³)	Kuantitas (m ³)	Biaya (Rp)
Biaya Penambangan	16.148	15.395,34	248.598.000
Biaya Pengolahan (RKAB)	20.000	15.395,34	307.906.787
Biaya Penjualan (RKAB)	10.000	15.395,34	153.953.393
Total Biaya Operasional			710.458.180

7. Tingkat Efisiensi biaya operasional setelah perbaikan

Setelah melakukan perbaikan, maka diperoleh nilai efisiensi biaya operasional sebagai berikut:

$$BOPO = \frac{\text{Rp. 710.458.180}}{\text{Rp. 3.217.625.924}} \times 100\% = 22\% \text{ (Efisien)}$$

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa setelah melakukan perbaikan terhadap waktu hambatan atau kondisi yang menghambat kegiatan penambangan dan perbaikan terhadap komposisi alat, maka diperoleh peningkatan jumlah produktivitas yang pada awalnya 9.067,50 m³/bulan menjadi 15.395,34 m³/bulan, serta pendapatan operasional juga mengalami peningkatan, yang pada awalnya sebesar Rp. 1.895.106.670/bulan menjadi Rp. 3.217.625.924. Biaya operasional dari peralatan gali-muat angkut mengalami penurunan yang pada awalnya sebesar Rp. 249.664.667/bulan menjadi Rp. 248.598.000/bulan. Namun, karena terjadi peningkatan jumlah produksi, maka biaya pengolahan dan penjualan juga mengalami peningkatan sehingga total biaya operasional yang pada awalnya sebesar Rp. 521.689.548/bulan menjadi Rp. 710.458.180/bulan. Sedangkan untuk nilai efisiensi biaya operasional pada awalnya bernilai 28% (efisien) menjadi 22% (efisien). Hal tersebut menunjukkan bahwa setelah melakukan perbaikan, penggunaan biaya operasional menjadi lebih efisien.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Toha Batu Palu, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk fasilitas terhadap penelitian ini sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

PUSTAKA

- Angely Diansa, A., & Salia Zakri, R. (2020). Analisis Biaya Operasional Penambangan Metode Full Costing Pada Tambang Bawah Tanah CV. Tahiti Coal Sangkar Puyuh, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto. *Jurnal Bina Tambang*, 7(1).
- Aulia Amalia Putri B. Mage. (2023). *Analisis Efisiensi Biaya Operasional Terhadap Profitabilitas Pada PT Bantimurung Indah Bosowa*. Universitas Bosowa.
- Bumi Sulawesi Kecamatan Kabaena Selatan, T., Bombana, K., Tenggara, S., Salsabilah Sultra, R., & La Ode Dzakhir, dan. (2024). Analisis Kebutuhan Alat Mekanis dan Biaya Operasional untuk Mencapai Target Produksi pada Pit Pongkalaero PT Analysis of mechanical equipment requirements and operational costs to achieve production targets at the

- pongkalaero pit of pt. Tambang bumi sulawesi, south kabaena district, bombana regency, southeast sulawesi. *Mining Science and Technology Journal*, 3, 96–103.
- Hariato, I., Gunawan, K., & Sudianto, A. (2021). Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Tanah Penutup di PT Saptaindra Sejati Jobsite Sera, Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 7(1), 109–116.
- Hidayat, T., Asmiani, N., & Arifin, M. (2023). Perhitungan Biaya Pengupasan Overburden Pada Pit Eagle 1 PT Internasional Prima Coal Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Journal of Energy and Mineral Resources*, 1(1), 1–10.
- Indri Tenri Datu, Henny Magdalena, Windhu Nugroho, Lucia Litha Respati, & Harjuni Hasan. (2023). Estimasi Biaya Alat Muat Dan Angkut Penambangan Quarry Batu Andesit PT Putra Elan Balindo Pada Kota Palu Sulawesi Tengah. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2), 81–93. <https://doi.org/10.58169/saintek.v2i2.253>
- Juniansyah, M. (2023). *Analisis Kebutuhan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup Untuk Mencapai Target Produksi Sebesar 230.000 Bcm/Bulan di Pit 7c PT Utama Wira Karya Jaya Perkasa Sub PT Baturona Adi Mulya Kabupaten Musi Banyuasin*. Universitas Prabumulih.
- Mutiara, P. (2022). Pengaruh Pendapatan dan Biaya Operasional terhadap Laba Bersih. *J-MAS (Jurnal Manajemen Dan Sains)*, 7(1), 244. <https://doi.org/10.33087/jmas.v7i1.396>
- PT. Toha Batu Palu. (2024a). *Laporan Studi Kelayakan*.
- PT. Toha Batu Palu. (2024b). *Rencana Kerja & Anggaran Biaya (RKAB)*.
- Budiman Rafi. (2025). Analisis Cadangan Bahan Tambang Batuan Andesit guna Bahan Baku Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan (TEKSLING)*, 4(1), 28–37.
- Sarmidi, Mases, Y., & Nuryanneti, I. (2023). Kajian Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden di PIT TSBC, Tambang Air Laya, PT. Bukit Asam, Tbk. *Surya Teknika*, 10(2), 900–907.
- Winarno, E., Suretno, A., Pertambangan, J. T., & Mineral, F. T. (2018). Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara di PT Mandiri Intiperkasa, Kalimantan Utara. In *Jurnal Teknologi Pertambangan* (Vol. 4, Issue 2).
- Yatjong, I. (2024). Analisis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Nikel Laterit Di PT Vale Indonesia Site Pomalaa Productivity Analysis Of Excavating and Hauling Equipment In Nickel Laterite Mining Activities at PT Vale Indonesia Site Pomalaa. *Mekongga Mining Journal*, 1(1).
- Zilkifli. (2020). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Batu Andesit Pada PT. Niat Karya Di Kecamatan Utan Kabupaten Sumbawa Besar Provinsi Nusa Tenggara Barat Zulkifli. *Jurnal Ulul Albab*, 24(1), 46–52.